

# **Lihaluujauho ja aluskasvit rypsin luomuviljelyssä**

Outi Ahjos

Maisterintutkielma

Helsingin yliopisto

Maataloustieteiden laitos

Agroekologia

Syyskuu 2019



Tiedekunta – Fakultet – Faculty Maatalous-metsätieteellinen		Koulutusohjelma – Utbildningsprogram – Degree Programme	
Tekijä – Författare – Author Outi Ahjos			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Lihaluujauho ja aluskasvit rypsin luomuviljelyssä			
Oppiaine/Opintosuunta – Läroämne/Studieinriktning – Subject/Study track Agroekologia			
Työn laji – Arbetets art – Level Maisterin tutkielma		Aika – Datum – Month and year Syyskuu 2019	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 80
Tiivistelmä – Referat – Abstract <p>Suomen uusi hallitusohjelma linjaa, että Suomi toimii ekologisesti kestävässä suunnannäyttäjänä ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi sekä luonnon monimuotoisuuden turvaamiseksi. Lisäksi tavoitteena on tukea ravinteiden kierrätystä edistäviä investointeja ja parantaa Suomen valkuaismavaraisuutta, joka on tällä hetkellä vain noin 15%.</p> <p>Tämän tutkimuksen tavoitteena on tutkia lihaluujauhon soveltuvuutta rypsin luomuviljelyyn. Rypsi ja rapsi ovat tärkeimmät Suomessa viljeltävistä valkuaislähteinä käytettävistä kasveista, pois lukien viljat ja nurmi. Tässä tutkimuksessa on lisäksi tutkittu kolmen eri aluskasvin vaikutuksia rypsisadon määrään ja laatuun. Aluskasvit ovat tärkeässä osassa luomuviljelyssä, sillä niillä voidaan mm. parantaa maan ravinnetaloutta, torjua rikkakasveja sekä edistää biologista typensidontaa, mikäli käytetään palkokasveja. Aluskasvit kylvetään viljelylohkolle yhtä aikaa viljelykasvin kanssa ja jätetään usein kasvamaan sadonkorjuun jälkeen. Lisäksi tutkittiin, mitkä aluskasveja soveltuisivat parhaiten lihaluujauholannoitteen kanssa yhdessä käytettäväksi.</p> <p>Rypsi (<i>Brassica rapa</i>, oleifera-ryhmä) on ristikukkainen öljykasvi ja nauriin alalaji. Rypsiä käytetään elintarvikeöljyn raaka-aineena sekä eläinten valkuaisrehuna. Se on öljykasvien tapaan vaativa ravinteiden suhteen. Luomurypsin siemenet kylvetään kesäkuun alussa, jolloin maan lämpötila on 15-20 astetta. Tällöin taimet lähtevät kasvamaan niin voimakkaasti, etteivät kirpat ehdi tuhota niitä. Luomurypsin viljelyssä voidaan käyttää karjanlantaa tai muita orgaanisia lannoitteita kuten lihaluujauhoa. Lihaluujauho on erittäin ravinnepitoinen orgaaninen teurastamoteollisuuden sivutuote. Se sisältää typpeä ja fosforia sekä runsaasti hivenaineita, minkä takia sillä on hyvä lannoitusvaikutus.</p> <p>Tutkimuksen kokeellisessa osassa tutkittiin lihaluujauhon sekä lihaluujauhovalmisteen lannoiteominaisuuksia kevät-rypsin satomäärän sekä sadon laadun suhteen. Vertailuaineistona käytettiin lietelantaa ja lannoittamatonta koeruutua. Lisäksi kokeessa tutkittiin eri aluskasvien vaikutuksia. Aluskasveina olivat italianraiheinä, valkoapila ja persianapila. Kokeellinen osa käsitti kaksi satunnaistettujen ruutujen osaruutukoetta, jotka toteutettiin vuosina 2006 ja 2007 MTT:n tutkimuskeskuksessa Mikkelin Karilassa. Olen saanut tutkimusaineiston valmiina analyysia varten. Olen analysoinut molempien vuosien satomäärän (9% kosteudessa), öljy-, typpi- ja valkuaisuotokset sekä pitoisuuksina että kokonaismäärinä kg/ha selittävinä muuttujina lannoite ja aluskasvi.</p> <p>Erityisesti lihaluujauhovalmisteella saatiin laadullisesti paras sato sekä vuoden 2006 että vuoden 2007 kokeessa muiden kriteereiden paitsi öljypitoisuuden osalta. Vuonna 2006 öljypitoisuuskin ylitti elintarvikeöljylle asetetut kriteerit. Satomäärissä ei 2006 ollut tilastollisesti merkitseviä eroja eri lannoitteiden välillä. Kokeessa 2007 lihaluujauholannoitteet osoittautuivat ainakin paremmiksi kuin lannoittamaton ruutu, mutta ero lietteeseen ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Näiden tulosten perusteella voidaan sanoa, että lihaluujauho sekä lihaluujauhovalmiste ovat hyviä lannoitusvaihtoehtoja rypsin luomuviljelyyn ainakin rehurypsin viljelyssä. Lihaluujauhon ja lihaluujauhovalmisteen osalta ei löytynyt yhdysvaikutuksia aluskasvien kanssa. Vuoden 2007 kokeen perusteella voidaan todeta, että italianraiheinä ei sovellu rypsin aluskasviksi, sillä se heikentää sekä sadon määrää että laatua. Muiden aluskasvien osalta ei tehty tilastollisesti merkitseviä havaintoja.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Lihaluujauho, rypsi, luomuviljely, aluskasvit, italianraiheinä, valkoapila, persianapila			
Ohjaaja tai ohjaajat –Handledare – Supervisor or supervisors Juha Helenius			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Maataloustieteiden laitos			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			



Tiedekunta – Fakultet – Faculty Faculty of Agriculture and forestry		Koulutusohjelma – Utbildningsprogram – Degree Programme	
Tekijä – Författare – Author Outi Ahjos			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Meat-and-bone-meal and undergrowth plants in organic rapeseed cultivation			
Opinnot – Opintosuunta – Läroämne/Studieinriktning – Subject/Study track Agroecology			
Työn laji – Arbetets art – Level Master's thesis		Aika – Datum – Month and year September 2019	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 80
Tiivistelmä – Referat – Abstract <p>Finland's latest government program outlines Finland's role as an ecologically sustainable leader in mitigating climate change and safeguarding biodiversity. In addition, the aim is to support investments promoting nutrient recycling and to improve Finland's protein self-sufficiency, which is currently only about 15%.</p> <p>The aim of this study is to explore the suitability of meat-and-bone-meal (MBM) for organic rapeseed farming. Rape and rapeseed are the most important protein crops grown in Finland, excluding cereals and grass. In addition, this study explores the effects of three different undergrowth plants on the quantity and quality of rapeseeds harvest. Undergrowth plants play an important role in organic farming, since they may improve soil nutrient management, combat weeds, and promote biological nitrogen fixation if pulses are used. The undergrowth plant is sown on the parcel at the same time as the main crop and is often left to grow after the harvest of the main crop. In addition, this study aims to explore which undergrowth plant would be best suited for use with MBM fertilizers.</p> <p>Rapeseed (<i>Brassica rapa</i>, oleifera group) is a cruciferous oil plant and a subspecies of turnip. Rapeseed is used as a raw material for edible oil and for animal protein feed. Like oil plants in general, rapeseed is a nutrient-demanding plant. Organic rapeseed is sown in early June, when the soil temperature is 15-20 degrees celsius. At that time the seedlings start to grow so strongly that the fleas do not have time to destroy them. Organic rapeseed can be fertilized using livestock manure or other organic fertilizers such as MBM. MBM is a highly nutrient-containing by-product of the slaughtering industry. It contains nitrogen and phosphorus and is rich in trace elements and therefore has a good fertilizing effect.</p> <p>The experimental part of the study explored the fertilizer properties of MBM and MBM product in terms of yield and quality of spring rapeseed. Slurry and non-fertilized screens were used as reference data. In addition, the experiment explored the effects of different undergrowth plants. The undergrowths used in this study were Italian ryegrass, white clover and Persian clover. The experimental part consisted of two randomized quadratic tests, conducted in 2006 and 2007 at MTT's Research Center in Karila, Mikkeli. I have received the research data ready for analysis. I have analyzed both years crop yield amount (in 9% humidity), the amount of oil, the amount of nitrogen and protein production, as well as in concentrations as in total amounts (kg/ha), so that the explanatory variables are fertilizers and undergrowth plants.</p> <p>Particularly the MBM product obtained the highest qualitative yields in both the year 2006 and 2007 tests for all criteria, excluding the oil content. However, in 2006 the oil content exceeded the criteria for edible oil. There were no statistically significant differences found in total yields between different fertilizers in 2006. In the 2007 trial, MBM fertilizers proved to be at least better than the non-fertilized screen, but the difference compared to slurry was not statistically significant. Based on these results, it can be said that MBM and MBM product are good fertilization alternatives for organic rapeseed, at least if the rapeseed is used for feed. No interactions with the undergrowth plants were found for MBM and MBM product. From the 2007 trial it can be concluded that Italian ryegrass is not suitable for undergrowth of rapeseed as it reduces both the quantity and the quality of the crop. No other statistically significant observations were made for other undergrowth plants.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Meat and bone meal, rapeseed, organic cultivation, undergrowth plants, Italian ryegrass, white clover, Persian clover			
Ohjaaja tai ohjaajat – Handledare – Supervisor or supervisors Juha Helenius			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Department of Agricultural Sciences			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			

## Sisällys

1 JOHDANTO.....	5
2 KIRJALLISUUSKATSAUS.....	6
2.1 Rypsi viljelykasvina.....	6
2.1.1 Rypsin ravinnetarve.....	7
2.1.2 Rypsin luomuviljely.....	7
2.2 Orgaaniset lannoitteet.....	8
2.2.1 Lannan kompostointi ja sen merkitys.....	8
2.2.2 Lihaluujauho.....	9
2.2.3 Typen käytön tehokkuus.....	13
2.3 Aluskasvit.....	13
3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET.....	14
4 AINEISTO JA MENETELMÄT.....	15
4.1 Koejärjestelyt.....	15
4.1.1 Vuoden 2006 taustatiedot.....	16
4.1.2 Vuoden 2007 taustatiedot.....	17
4.2 Menetelmät ja analyysin toteutustapa.....	17
5 TULOKSET.....	19
5.1 Vuoden 2006 tulokset.....	19
5.1.1 Sadon määrä.....	19
5.1.2 Sadon laatu.....	22
5.2 Vuoden 2007 tulokset.....	41
5.2.1 Sadon määrä.....	41
5.2.2 Sadon laatu.....	45
6 TULOSTEN TARKASTELU.....	68
7 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	72
8 KIITOKSET.....	73
9 KIRJALLISUUS.....	74
LIITE 1: KENTTÄKARTTA 2006.....	79
LIITE 2: KENTTÄKARTTA 2007.....	80

## 1 Johdanto

Suomen uusin hallitusohjelma linjaa, että Suomi toimii ekologisesti kestävässä suunnannäyttäjänä ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi sekä luonnon monimuotoisuuden turvaamiseksi. Tavoitteena on myös lisätä kotimaisten luomutuotteiden osuutta ruoantuotannossa, sekä tukea ravinteiden kierrätystä edistäviä investointeja. (Valtioneuvosto 2019)

Maa- ja metsätalousministeriö on asettanut tavoitteeksi, että luonnonmukaisen viljelyn osuus olisi vuoteen 2020 mennessä 20% (MMM 2013). Kuluvan vuosikymmenen alussa kehitys on ollut melko tasaista: vuonna 2013 vain noin 9 % kaikesta viljelystä Suomessa oli luonnonmukaisessa tuotannossa. Peltopinta-alana tämä oli hieman yli 200 000 ha. (Ympäristö 2015) Viime vuosina kasvu on ollut nopeampaa, ja vuonna 2017 luomuviljeltyä peltoa oli jo 263 000 ha, mikä on yli 11% koko Suomen viljelyalasta (Luomu 2019).

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tutkia lihaluujauhon käyttömahdollisuuksia rehurypsin luomuviljelyssä. Lihaluujauhon lannoitusvaikutuksista on jo olemassa kotimaista tutkimustietoa kauran, ohran, raiheinän, sokerijuurikkaan, vehnän ja porkkanan osalta (Kivelä 2007, Tammeorg 2010, Chen ym. 2011, Syvänen 2011, Mäkinen 2013, Kivelä ym. 2015). Lihaluujauho ei kuitenkaan ole uusi ”keksintö”, vaan sen juuret lannoituskäytössä ulottuvat ainakin 1800-luvulle (Simonen 1948 s. 279-280). Lihaluujauho valmistetaan eläinten ruhoista ja siksi se on myös suuri maataloilta pois päin vievä ravinteiden virta (Antikainen ym 2008). Lihaluujauhon käyttö sekä rehu- että lannoitetarkoitukseen kiellettiin vuonna 2002 BSE-skandaalin takia, mutta sallittiin uudelleen vuonna 2006 (Ylivainio ym. 2008).

Tämän tutkimuksen koekasvina on rypsi, joka on Suomessa merkittävä viljelykasvi. Vuonna 2018 rypsiä ja rapsia korjattiin yhteensä 71 milj. kg, mikä tekee öljykasveista satomäärältään kuudenneksi suurimman viljelykasvin Suomessa. Luomurypsiä korjattiin 1,1 milj. kg. (Luke 2019) Rypsi ja rapsi ovat tärkeimmät Suomessa viljeltävistä valkuaislähteinä käytettävistä kasveista (pois lukien viljat ja nurmi). Valkuaisväkirehu onkin kotimaisille markkinoille tärkeä viljelytuote. Suo-

men valkuaisomavaraisuus on pieni, noin 15 %. Tutkimuksen avulla sitä pyritään jatkuvasti parantamaan. (Niemi 2016). Valkuaisomavaraisuuden parantamisesta on myös maininta uusimmassa hallitusohjelmassa (Valtioneuvosto 2019).

Tässä tutkimuksessa on lisäksi tutkittu kolmen eri aluskasvin vaikutuksia sadon määrään ja laatuun. Aluskasvit ovat tärkeässä osassa luomuviljelyssä, sillä niillä voidaan parantaa maan ravinnetaloutta sekä torjua rikkakasveja. Käytetystä kasvista riippuen aluskasvi voi esimerkiksi sitoa ilmasta typpeä viljelykasvin käyttöön tai estää typen huuhtoutumista sadonkorjuun jälkeen. (Koppelmäki 2014)

## 2 Kirjallisuuskatsaus

### 2.1 Rypsi viljelykasvina

Rypsi (*Brassica rapa*, oleifera-ryhmä) on ristikukkainen öljykasvi ja nauriin alalaji. Rypsiä käytetään elintarvikeöljyn raaka-aineena sekä eläinten valkuaisrehuna. Rypsin viljely alkoi Suomessa 1940-luvulla (Tuori 1992) ja teollinen öljyntuotanto vuonna 1952 (Heino 1989). Kevätrypsiä viljellään pääasiassa Etelä- ja Länsi-Suomessa. Sen kasvu-aika on noin 105 vuorokautta. Etelässä voidaan viljellä myös syysrypsiä. Suomi on ainoa maa, jossa tärkein öljykasvi on rypsi. Rypsin ja rapsin yhteenlaskettu viljelypinta-ala on ollut Suomessa 2000-luvulla vuosittain noin 83 000 hehtaaria ja tuotanto noin 110 000 tonnia (VYR 2012).

Sadonkorjuun jälkeen rypsisato kuivataan 9% kosteuteen, jotta saavutettaisiin mahdollisimman hyvä laatu. Tärkein laatukriteeri on öljypitoisuus, mutta myös valkuais-, rikka- ja lehtivihreäpitoisuus. Öljypitoisuustavoite on yli 40 %, rikkapi- toisuustavoite alle 3 %, ja lehtivihreäpitoisuustavoite siemenissä alle 30mg/kg. (VYR 2012) Valkuaispitoisuus on yleensä noin 20 %.

### 2.1.1 Rypsin ravinnetarve

Rypsi on muiden öljykasvien tapaan vaativa ravinteiden suhteen. Öljykasvit ovat viljoja herkempiä ravinnepuutoksille ja tarvitsevatkin riittävän suuren ja tasapainoisen lannoituksen. (VYR 2012). Rypsin onnistunut sato vaatii kaikkia pääravinteita, typpeä, fosforia ja kaliumia. Rypsi käyttää myös rikkiä yhtä paljon kuin fosforia, mutta rikistä on puutetta yleensä vain karkeammilla kivennäismailla. Hivenlannoitteista merkittävin on boori. Sen tarve on pieni, mutta puutos aiheuttaa merkittävät satotappiot. (Hartikainen 2009)

### 2.1.2 Rypsin luomuviljely

Rypsi on melko vaateliias viljelykasvi (Rajala 2004). Luomurypsin viljelyssä lohkovalinta on tärkeä, sillä rypsi tarvitsee kasvaakseen hyvärakenteisen, multavan maan. Rypsin täytyy pystyä kasvattaa laajan juuriston, jotta se saisi riittävästi ravinteita. Tämä onnistuu ainoastaan hyvärakenteisella viljelymaalla. Mikäli maa on kylmää ja hiekkäistä, pyritään muokkauksella saamaan lämpötilaa nostettua. Viljelykierrossa on huomioitava, että möhöjuuririskin vuoksi rypsiä voidaan viljellä samalla loholla vain joka 5. vuosi. (VYR 2012)

Tavanomaisessa viljelyssä rypsin siemenet peitataan, jotta vältetään kirppojen aiheuttamilta vahingoilta. Luomuviljelyssä nämä peittausaineet ovat kuitenkin kiellettyjä. Luomurypsin viljelyssä tuhohyönteisten aiheuttamat vahingot pyritään torjumaan viljelykierrolla sekä oikea-aikaisella kylvöllä. Luomurypsin siemenet kylvetään vasta kesäkuun alussa, jolloin maan lämpötila on 15-20 astetta. Tällöin taimet lähtevät kasvamaan niin voimakkaasti, etteivät kirpat ehdi tuhota niitä. Viivästetty kylvö onkin yksi tärkeimmistä kasvinsuojelumenetelmistä luomurypsin viljelyssä. Toinen tärkeä menetelmä on loispistiäisten käyttö. Niiden avulla torjutaan rapsikuoriaisia. Loispistiäisille luodaan otolliset talvehtimisolot kylvämällä nurmea rypsin aluskasviksi. (ProLuomu 2013). Aluskasvi torjuu samalla myös rikkoja (VYR 2012). Viljelykierrolla saadaan puolestaan pidettyä kasvitauti kurissa.

Edellä mainittu viivästetty kylvö sekä oikea kylvösyvyys ovat tärkeitä rypsisadon onnistumisen kannalta. Kylvön ajankohta vaikuttaa rypsin taimettumistiheyteen. Taimettuminen on nopeampaa, mikäli siemenet kylvetään lähelle maan pintaa. Mitä lämpimämpi maa on, sitä nopeammin siemenet itävät. Siemenet eivät kuitenkaan saa päästä kuivumaan. Taimet tarvitsevat tilaa kasvaakseen, joten siemeniä ei saa kylvää liian tiheään. Itämisvaihe on herkkä ulkoisille olosuhteille, kuten siementen välittömässä läheisyydessä olevien ravinteiden määrälle. (Pahkala ja Känkänen 2006)

Luomurypsin viljelyssä voidaan käyttää karjanlanta tai muita orgaanisia lannoitteita, kuten lihaluujauhoa. Lannoitteen olomuoto vaikuttaa sen levitysajankohtaan. Yleensä lanta sijoitetaan maan sisään keväällä ja lihaluujauho kosteaan maahan kylvön yhteydessä. (VYR 2012)

## **2.2 Orgaaniset lannoitteet**

Karjanlanta on yleisin orgaaninen lannoite. Sitä muodostuu Suomessa 18 miljoonaa tonnia vuosittain eli 8 tonnia per peltihehtaari. Vuosittain lannassa kertyy noin 40 kiloa typpeä, 10 kiloa fosforia ja 35 kiloa kaliumia koko Suomen viljelyalalle laskettuna. Suurin osa lannasta käytetään kotieläintilojen omien peltöjen lannoittamiseen. (Rajala 2004) Monilla kotieläintiloilla on kuitenkin liikaa lantaa suhteessa omaan lannoitustarpeeseen (Luostarinen ym. 2011).

### **2.2.1 Lannan kompostointi ja sen merkitys**

Kompostointi on eloperäisten aineiden biologista hajotusta ja uudelleenrakentamista hapellisissa olosuhteissa. Tämän hajotuksen ja uudelleenrakentamisen eli lahotuksen suorittavat erilaiset pieneliöt, kuten bakteerit, sädesienet, sienet, sekä erilaiset hyönteiset, punkit, tuhatjalkaiset ja lierot. Pieneliöstön lahottaessa jätettä hapellisissa olosuhteissa syntyy hiilidioksidia, vesihöyryä, ravinnesuoloja ja suurimolekyylisiä orgaanisia yhdisteitä sekä hitaasti hajoavaa eloperäistä ainesta. Kompostoinnin yhteydessä energiaa vapautuu lämpönä. Luomuviljelyn säädöksissä on ehto, että lanta kompostoidaan aina (Eviran ohje 18219/5).



Kompostointi voi muuttaa eloperäisen lannoitteen käyttöominaisuuksia. Mikäli hajoaminen maassa on vilkasta, kasvien juuret voivat kärsiä hapen niukkuudesta, sillä eloperäisen aineksen hajottaminen kuluttaa runsaasti happea. Etenkin hajoamisen alkuvaiheissa syntyy myös juurten kasvua häiritseviä yhdisteitä, joista osa tosin haihtuu myöhemmin. Lannassa voi myös olla haitallisia aineita, jotka ovat peräisin lääkkeistä, rehuista, kuivikkeista tai eläimistä. Lannan tai muun eloperäisen lannoitteen kompostointi vähentää näitä ei-toivottuja ominaisuuksia, jolloin lannasta saadaan laadukkaampaa lannoitetta. Kompostoitessa lannan epämiellyttävä haju sekä myrkylliset yhdisteet vähenevät, haitalliset aineet häviävät tai vähenevät, ja hygienia paranee. Lisäksi pystytään hyödyntämään muuten vaikeasti hyödynnettävät jätteet ja saadaan aikaan pitkäaikainen maanparannusvaikutus lannoitusvaikutuksen tasapainottuessa. Kompostoitu lanta on helpompi käsitellä ja levittää ja se on parempi myös pieneliötoiminnan sekä juurten kasvun kannalta. (Rajala 2004, Luostarinen ym. 2011)

Yksi merkittävä lannan käsittelyn tavoite luomuviljelyssä on maan biologisen aktiivisuuden edistäminen. Eloperäinen lannoitus lisää muun muassa pieneliötoimintaa ja tarjoaa ravintoa pieneliöille (Forge ym 2013). Lannan kompostointi lisää laadukasta ravinnonsaantia, sillä se suosii muun muassa hyödyllisiä sieniä. Sienijuurilla on keskeinen merkitys kasvien fosforitaloudelle. Sienijuurille paras vaihtoehto on hidasliukoinen eloperäinen lannoitus. Lannan käsittely auttaa sienijuuria kasvamaan ja menestymään paremmin. Yksi lannan käsittelyn tavoite onkin maan omien ravinnevarantojen hyväksikäytön edistäminen. (Kahiluoto ym 2015, Rajala 2004)

### 2.2.2 Lihaluujauho

Lihaluujauho on yleistermi, joka käsittää kaikki teurasjätteistä jauhetut tuotteet. Se on teurastamoteollisuuden sivutuote, joka on sivutuoteasetuksen mukaan luokiteltu riskin mukaan kolmeen eri luokkaan (MMM2002, TTS ry 2005) :

### Luokka 1 (TSE-riskiaines)

Luokkaan 1 kuuluu koko eläin, jos eläin on lopetettu osana TSE-taudin hävittämistoimenpiteitä tai taudista on ollut epäily. TSE-tauteja ovat nautojen BSE-tauti ja lampaiden scrapie-tauti. Tähän luokkaan kuuluvat myös tiloilta kerätyt nautojen, lampaiden sekä vuohien raadot ja näiden eläinten teurastamoilta tuleva riskiaines. Riskiainekseksi määritellään kallo, suolet, ruoansulatuskanava sekä selkäranka. Luokkaan 1 kuuluvat märehitijöiden lisäksi lemmikkieläimet, sirkuseläimet, eläintarhaeläimet ja koe-eläimet, sekä kaikki doping-ainetta tai myrkkyä saaneet eläimet. Kaikki luokan 1 aines käsitellään lihaluujauhoksi ja tuhotaan polttamalla. Näin taataan, etteivät TSE-taudit jatka kulkuaan.

### Luokka 2

Luokkaan 2 kuuluvat kaikki tiloilta kerätyt sika- ja siipikarjan raadot, sekä teurastamoilta tulevat turkiseläinten ruhot, ja sika- ja siipieläinkarjasta peräisin oleva teurasjäte. Myös hevoset kuuluvat tähän luokkaan. Lisäksi tähän luokkaan kuuluu teurastamoilla lääkejäämien takia hylätty aines. Tähän luokkaan kuuluvat myös eläinten lanta sekä maito ja ternimaito, joka on jätetty tilalle ja jota ei käytetä ruokintaan. Nämä saa levittää pellolle sellaisenaan lannoitteeksi.

Luokkaan 2 kuuluva aines toimitetaan renderointilaitokseen ja siitä valmistetaan lihaluujauhoa

### Luokka 3

Luokkaan 3 kuuluvat teuraseläinten osat, joita ei käytetä elintarvikkeena, vaikka ne olisi hyväksytty lihantarkastuksessa, sekä hyväksytyjen ruhojen hylätyt osat (esimerkiksi likaantuneet osat). Tähän luokkaan kuuluvat myös elintarvikkeiden valmistuksessa syntyvät sivutuotteet ja entiset elintarvikkeet, jos ne eivät aiheuta vaaraa terveydelle. Luokkaan 3 kuuluvat myös hyväksytyjen eläinten nahat, vuodat, kaviot, sorkat, sarvet, sianharjakset sekä höyhenet ja sulat sekä myös antibioottijäämien takia hylätty maito ja maitotuotteiden valmistuksessa syntyvät sivutuotteet (esim. hera). Tämän luokan aineita saa käyttää lemmikkieläinten ruokien

raaka-aineina ja maitopohjaisia raaka-aineita saa hyödyntää vasikoiden rehujen raaka-aineina. Luokan 3 ainesta saa myös sekoittaa luokan 1 tai 2 aineisiin mutta tällöin ne käsitellään alempien luokkien säädösten mukaisesti.

Luokat 2-3 ovat sellaisenaan käytettävissä lannoitteena. EU:n komission säädös (EC) nro 181/2006 sallii lihaluujauhon käytön lannoitustarkoituksessa viljelyksillä EU:n alueella (Chen et al. 2011).

Lihaluujauho on erittäin ravinnepitoinen orgaaninen sivutuote. Se on hieman hapan (pH 6.5) ja siitä noin 50% on eloperäistä ainesta. Lihaluujauho sisältää typpeä ja fosforia sekä runsaasti hivenaineita, minkä takia sillä on hyvä lannoitusvaikutus. Typpeä on noin 8g per 100g kuiva-ainetta, ja fosforia noin 5.6g per 100g kuiva-ainetta. Lihaluujauhon hiili/ typpi- suhde (C/N) on alhainen (3.7), mikä on hyvä typen mineralisaation kannalta. (Chen ym. 2011, Jeng ym. 2004, Kivelä ym. 2015)

Suomessa lannoitteeksi soveltuvaa lihaluujauhoa muodostuu vuodessa noin 21 milj. kiloa. Tämä määrä sisältää noin miljoona kiloa fosforia. (Ylivainio ja Turtola 2009) Tavallisesti maaperässä on suuria määriä fosforia; joidenkin arvioiden mukaan nykyisissä peltomaissa jopa 3 tonnia per hehtaari. Tästä 2 tonnia on luontaista fosforia ja 1 tonni lannoituksesta maahan kertynyttä. Kuitenkin tästä määrästä vain hyvin pieni osa on kasveille käyttökelpoisessa muodossa. (Rajala 2004) Suomessa lannoitteeksi myytävät lihaluujauhovalmisteet sisältävät yleensä noin 8% typpeä ja 4-5% fosforia (Elosato Oy 2015).

Nogalska ym. (2014) toteavat tutkimuksessaan, että lihaluujauhossa on enemmän typpeä, fosforia ja kalsiumia kuin tavallisessa karjanlannassa, mutta vähemmän kaliumia ja magnesiumia. Orgaanista ainesta on molemmissa saman verran. Tutkimuksessa arvioitiin lihaluujauhon suoraa sekä jäännösvaikutusta talvivehnän, rypsin, maissin, sekä ruisvehnän satoihin, verrattuna tavanomaisella lannoituksella saavutettuihin satoihin. Tutkimuksessa arvioitiin myös, onko lihaluujauhon käyttömäärällä vaikutusta. Tutkimuksessa havaittiin, että lihaluujauhon määrän lisäämisellä ei ollut tilastollisesti merkittävää vaikutusta satoon, ja että satotasot

olivat saman suuruisia lihaluujauholla ja tavanomaisella lannoitteella. Vähäisen kaliumpitoisuutensa takia lihaluujauhoa voidaan käyttää typpi- ja fosforilannoitteena.

Jeng ym. (2004) tutkivat norjalaisessa tutkimuksessaan lihaluujauhon sopivuutta viljojen lannoitteeksi sekä kenttä- että astiakokeen avulla. Tutkimuksessa vertailtiin keinolannoitteiden, lihaluujauhon, sekä näiden kahden seoksen lannoitusvaikutusta erityisesti typen suhteen. Tässä tutkimuksessa havaittiin, että kenttäolosuhteissa lihaluujauholannoituksella saatiin vastaava sadonlisäys kuin keinotekoisella lannoitteella. Tutkimuksessa todettiin myös, että 33-40% lihaluujauhon fosforista on kasveille helppokäyttöisessä muodossa. Ylivainio ja Turtola (2009) arvioivat suomalaiskokeessaan lihaluujauhon fosforin käyttökelpoisuudeksi jopa 63%.

Chen ym. (2011) vertailivat lihaluujauhoa ja tavanomaista NPK-mineraalilannoitetta kauran ja ohran viljelyssä. Tässä tutkimuksessa havaittiin, että kummankaan viljelykasvin satotasot eivät merkittävästi poikenneet. Lihaluujauholla saatiin yhtä suuri siemensato kuin tavanomaisella lannoitteella. Myös tuhannen jyvän paino sekä sadon proteiinipitoisuus olivat molemmilla lannoitteilla samaa tasoa. Tutkimuksessa havaittiin myös, että lihaluujauholla oli verrokkiaan parempi jäännöslannoitevaikutus kauralla.

Kivelä ym. (2015) tarkastelivat lihaluujauhon käyttöä sokerijuurikkaan ja porkkanan lannoitteena. Verrokkina käytettiin NPK-mineraalilannoitetta, ja tutkimuksessa tarkasteltiin niin satoa kuin sen laatua. Molemmista viljelykasveista saatiin jonkin verran pienempi sato lihaluujauholla lannoitettuna kuin verrokkina käytetyllä mineraalilannoitteella. Myös lihaluujauhon sekä mineraalilannoitteen sekoitus antoi samanlaisia tuloksia kuin pelkkä lihaluujauho. Toisaalta porkkanan laatu oli parempi, nitraattipitoisuus pienempi, ja myös varastointikestävyys parempi, kun lannoitteena oli käytetty lihaluujauhon sekä kaliumin seosta. Tässäkin tutkimuksessa todettiin, että lihaluujauho on kuitenkin hyvä vaihtoehto mineraalilannoitteille, koska se on luonnonmukainen ja vieläpä kierrätetty ravinteiden lähde.

### 2.2.3 Typen käytön tehokkuus

Nogalska (2013) havaitsi tutkimuksessaan, että lihaluujauhon käyttö lannoitteena lisäsi merkittävästi kokonaistypen määrää maassa verrattuna tavanomaiseen mineraalilannoitukseen. Kasvit myös ottivat maasta enemmän typpeä silloin, kun lannoitteena oli käytetty lihaluujauhoa, verrattuna tavanomaiseen mineraalilannoitukseen.

Stepien ja Wojtkowiak (2015) tutkivat lihaluujauhon vaikutusta mikroravinteiden määrään maaperässä sekä vehnässä ja rypsin siemenissä, verrattuna lannoittamattomaan tai mineraalilannoitettuun maahan. Lihaluujauholannoituksella ei havaittu olevan vaikutusta maaperän mikroravinteisiin, mutta se vaikutti positiivisesti vehnän ja rypsin laatuun nostaen niiden mikroravinnepitoisuutta.

## 2.3 Aluskasvit

Aluskasvit kylvetään viljelylohkolle yhtä aikaa viljelykasvin kanssa ja jätetään usein kasvamaan sadonkorjuun jälkeen. Aluskasvilla pyritään torjumaan rikkakasveja sekä edistämään biologista typensidontaa, mikäli käytetään palkokasveja. Aluskasveilla voidaan estää myös typen huuhtoutumista, sillä aluskasvi hyödyntää typen, joka satokasvilta on jäänyt hyödyntämättä. Samalla aluskasvi vähentää eroosiota ja parantaa maan rakennetta. (Koppelmäki 2014, Känkänen 2010)

Hyvä aluskasvi ei kilpaile liikaa satokasvin kanssa mutta kuitenkin tehokkaasti rikkakasvien kanssa. Eri kasveilla on erilaiset ominaisuudet, joten aluskasvia valittaessa on hyvä miettiä, minkälaisia ominaisuuksia juuri kyseiseen tapaukseen ollaan etsimässä. (Koppelmäki 2014) Esimerkiksi typen huuhtoutumisen estämiseksi italianraiheinällä on saatu hyviä tuloksia, erityisesti palkokasvien aluskasvina käytettynä. Jos taas aluskasvina käytetään palkokasveja, kuten esimerkiksi apiloita, ne sitovat ilmasta typpeä maahan viljelykasvin käyttöön (Koppelmäki ja Känkänen 2014)

Känkänen (2010) on tutkinut 17 eri aluskasvin sopivuutta kevätiljojen aluskasveiksi Suomen olosuhteissa. Alustavien tulosten jälkeen hän keskittyi kahdeksan aluskasvin tarkempaan analysointiin. Tutkimuksessa kävi ilmi, että italianraiheinä satoi maasta nitraattia tehokkaimmin syksyllä ja timotei puolestaan keväällä. Muiden aluskasvien nitraatinsitomiskapasiteetti oli matala tai riittämätön suhteessa negatiivisiin vaikutuksiin. Puna-apila ja valkoapila sopivat vuosittain kylvettäviksi aluskasveiksi, sillä ne tarjosivat viljelykasville ilmasta sitomaansa typpeä lisäämättä kuitenkaan typen huuhtoutumisen riskiä. Tutkimuksessa todetaan, että aluskasvi tulisikin valita sen mukaan, minkälaista vaikutusta tavoitellaan: typen huuhtoutumisen ehkäisemistä, luonnonmukaista vaihtoehtoa typpilannoitteelle, vai mahdollisimman monimuotoista kasvustoa.

Armanto (2015) totesi tutkimuksessaan, että valkoapilan kanssa viljeltynä rypsi tuotti yhtä paljon siemeniä kuin puhdaskasvustona viljeltynä. Myös Tontti (2015) totesi tutkimuksessaan, ettei rypsin satomäärällä ollut tilastollisesti merkittävää eroa sekakasvustossa puhdaskasvustoon verrattuna, kun aluskasvina oli käytetty valkoapilaa.

### **3 Tutkimuksen tavoitteet**

Kokeellisen osan tutkimuskysymykseni ovat:

1. Miten lihaluujauholannoitteet soveltuvat rypsin luomuviljelyyn?
2. Miten erityyppiset aluskasvit soveltuvat rypsin luomuviljelyyn?
3. Vaikuttavatko lihaluujauholannoitteet ja aluskasvit yhdessä rypsin satoon?

## 4 Aineisto ja menetelmät

Olen saanut tutkimusaineiston valmiina tiedostoina analyysia varten. Kenttäkokeet ovat tehneet sekä aineiston keränneet Miia Kuisma, Harri Huhta, Arja Nykänen (LUKE). Mukana oli myös Jukka Kivelä (Helsingin yliopisto).

Kenttäkoe toteutettiin MTT:n tutkimuskeskuksessa Mikkelin Karilassa. Vuoden 2006 ja 2007 kokeet järjestettiin eri lohkoilla. Myös aineiston dokumentointi poikkeaa toisistaan näiden kahden eri koevuoden välillä.

Kaksi erillistä kenttäkoetta toteutettiin kesällä 2006 sekä kesällä 2007. Jälkimmäisessä kokeessa oli yksi lannoitekäsittely enemmän kuin ensimmäisen vuoden kokeessa. Kokeet myös järjestettiin eri lohkoilla.

Kokeissa tutkittiin lihaluujauhon sekä lihaluujauhovalmisteen lannoitusvaikutusta verrattuna lietelantaan. Lisäksi kokeessa tutkittiin erilaisten aluskasvien vaikutusta satoon. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, sopiiko lihaluujauho sekä lihaluujauhovalmiste rehurypsin luomuviljelyyn, ja miten eri aluskasvit vaikuttavat sadon määrään sekä laatuun.

### 4.1 Koejärjestelyt

Tutkimuksen kokeellisessa osassa tutkittiin lihaluujauhon sekä lihaluujauhovalmisteen käyttökelpoisuutta lannoitteena kevätrypsin satomäärän sekä sadon laadun suhteen. Vertailuaineistona käytettiin lietelantaa ja lannoittamatonta koeruu-tua. Lisäksi kokeessa tutkittiin eri aluskasvien vaikutusta satoon.

Rypsilajikkeena oli sekä vuoden 2006 kokeessa että vuoden 2007 kokeessa kevät-rypsilajike Valo.

#### 4.1.1 Vuoden 2006 taustatiedot

Esikasvina oli kolmevuotinen apilanurmi. Koe toteutettiin satunnaistettujen ruutujen osaruutukokeena. Pääruudun tekijänä oli lannoituskäsittely, joita tässä kokeessa oli 3 erilaista, sekä lisäksi käsittelemätön ruutu. Lannoituskäsittelyt olivat lietelanta (levitysmäärä 34 t/ha), lihaluujauho (1235 kg/ha) sekä lihaluujauhovalmiste (1176 kg/ha). Osaruudun tekijänä oli aluskasvi, joita oli 3 erilaista sekä lisäksi verrokkiruutu ilman aluskasvia. Aluskasveina olivat italianraiheinä (*Lolium multiflorum*, kylvömäärä 10kg), valkoapila (*Trifolium repens*, lajike Huia, 4 kg) sekä persianapila (*Trifolium resupinatum* var. majus, 6kg). Nämä olivat valikoituneet kokeen aluskasveiksi siksi, että kyseisillä kasveilla oli saatu edellisissä viljelykokeissa hyviä tuloksia.

Kokeessa oli yhteensä 64 ruutua eli jokaista erilaista lannoite-aluskasviyhdistelmää oli 4 kerrannetta kutakin (Liite 1).

Keväällä koealueet muokattiin ja jaettiin koeruutuihin. Koeruudun koko oli 3x10m. Sekä rypsi että aluskasvi kylvettiin kesäkuun alussa viikolla 23 maan lämmitettyä. Ensin aluskasvit kylvettiin 1-2cm syvyyteen ruutujen pituussuunnassa, ja sen jälkeen rypsi 2-4cm syvyyteen kerranteiden poikki. Myös lannoitteet levitettiin samalla viikolla, ja tehtiin kylvömuokkaus.

Sadonkorjuun jälkeen sadosta oli mitattu muun muassa kuiva-ainesato 9% kosteudessa, jyvien öljypitoisuusprosentti sekä typpipitoisuus g/kg. Aineistosta oli laskettu valmiiksi valkuaisprosentti ja valkuaisen kokonaismäärä kg/ha, jotka ovat suoraan verrannollisia typen pitoisuuteen ja määrään.

Lisäksi sadosta oli määritelty mm. aluskasvien ja olkien typpipitoisuudet, mutta niitä en ole käyttänyt tässä tutkielmassa, koska vastaavia määrittelyjä ei ollut tehty vuoden 2007 kokeesta. Saamassani aineistossa oli myös tietoja maaperän koostumuksesta ja mineraaleista.



#### 4.1.2 Vuoden 2007 taustatiedot

Esikasvina oli apilaheinänurmi. Koe oli satunnaistettujen ruutujen osaruutukoe. Pääruudun tekijänä oli lannoitus, joita tässä kokeessa oli 5 erilaista. Edellisestä kokeesta poiketen vuoden 2007 kokeessa mukana oli myös viherlannoite. Muuten lannoitekäsittelyt olivat samat kuin vuoden 2006 kokeessa ja mukana oli myös lannoittamaton kontrolliruutu. Osaruutujen tekijänä oli 3 aluskasvia, jotka olivat tässä kokeessa samat kuin vuoden 2006 kokeessa. Lisäksi mukana oli osaruutu ilman aluskasvia. Kokeessa oli yhteensä 80 ruutua eli erilaisia lannoite-aluskasviyhdistelmiä oli kutakin 4 kerrannetta (Liite 2).

Sadonkorjuun jälkeen sadosta oli mitattu muun muassa kuiva-ainesato sekä sato 9% kosteudessa. Olen käyttänyt jälkimmäistä lukua tässä tutkielmassa, koska vastaava oli mitattu myös vuoden 2006 kokeessa. Lisäksi oli määritetty muun muassa öljypitoisuusprosentti sekä typpipitoisuus g/kg. Aineistosta oli laskettu typpipitoisuuden perusteella kokonaistyppisato kg/ha ja tästä valkuaissato kg/ha. Laskennassa oli käytetty kuiva-ainesatoa eikä satoa 9% kosteudessa, kuten vuoden 2006 kokeessa.

#### 4.2 Menetelmät ja analyysin toteutustapa

Olen käsitellyt koetulokset tilastollisesti R-ohjelmistolla.

Olen analysoinut molempien vuosien satomäärän (9% kosteudessa), öljy-, typpi-, ja valkuaistuotokset sekä pitoisuuksina että kokonaismäärinä kg/ha selittävinä muuttujina luokka-asteikolliset lannoite ja aluskasvi.

Lannoitteiden ja aluskasvien vaikutusten mahdollista yhteisvaikutusta olen tutkinut varianssianalyysillä. Olen taulukoinut keskiarvot ja keskihajonnat lannoitteittain ja aluskasveittain sekä esittänyt graafisesti jana-laatikko-kuvana mediaanin, ylä- ja alakvartiilit sekä vaihteluvälin. Kuvan valitsin sen havainnollisuuden vuoksi.

Mitattujen suureiden keskiarvojen eroja olen tutkinut t-testillä (Welch two sample t-test). Tässä testissä ei edellytetä varianssien yhtäsuuruutta. Varianssianalyysin tulos puolsi riippumattomien muuttujien käsittelyyn sopivaa testiä. Testillä verrattiin kunkin suureen keskiarvoja erikseen lannoitteiden ja aluskasvien perusteella. Tuloksena olen taulukoinut vertailujen p-arvot silloin, kun on havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja joko lannoitteiden tai aluskasvien suhteen. Tehtäessä monta t-testiä yhtä aikaa on vaarana, että jokin niistä todetaan merkitseväksi sattumalta. Tämän välttääkseni olen käynyt tulokset läpi myös käyttäen R:n t-testin sisään rakennettua korjausmenetelmää. (Oksanen 2003). Tämä ei tuonut tuloksiin muutoksia. Lukuarvoissa viimeiset desimaalit saattoivat muuttua, mutta eivät tilastolliset merkitsevyydet, joten en ole taulukoinut niitä erikseen. Vastaavat vertailut olen tehnyt myös Tukeyn testillä, joka on tällaisissa tutkimuksissa traditionaalisempi testi. Tuloksia en ole taulukoinut erikseen mutta olen viitannut niihin kussakin sellaisessa kohdassa, jossa löytyi tilastollisesti merkitseviä eroja.

## 5 Tulokset

### 5.1 Vuosi 2006

Varianssianalyysin ja Tukeyn testin perusteella vuoden 2006 tuotoksista ei löytynyt lannoitteiden ja aluskasvien välillä yhteisvaikutuksia.

#### 5.1.1 Sadon määrä

Kuvassa 1 on esitetty kokonaissato kg/ha ruuduittain. Jokainen pylväs kuvastaa yhtä lannoite-aluskasvi-yhdistelmää. Lannoitekäsittelyt ovat:

A = ei lannoitetta

B = lietelanta

C = lihaluujauho

D = lihaluujauhovalmiste

Aluskasvit ovat:

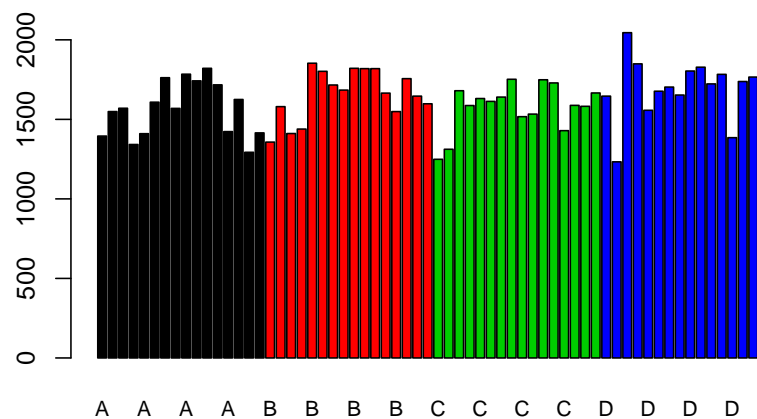
1 = ei aluskasvia

2 = italianraiheinä

3 = valkoapila

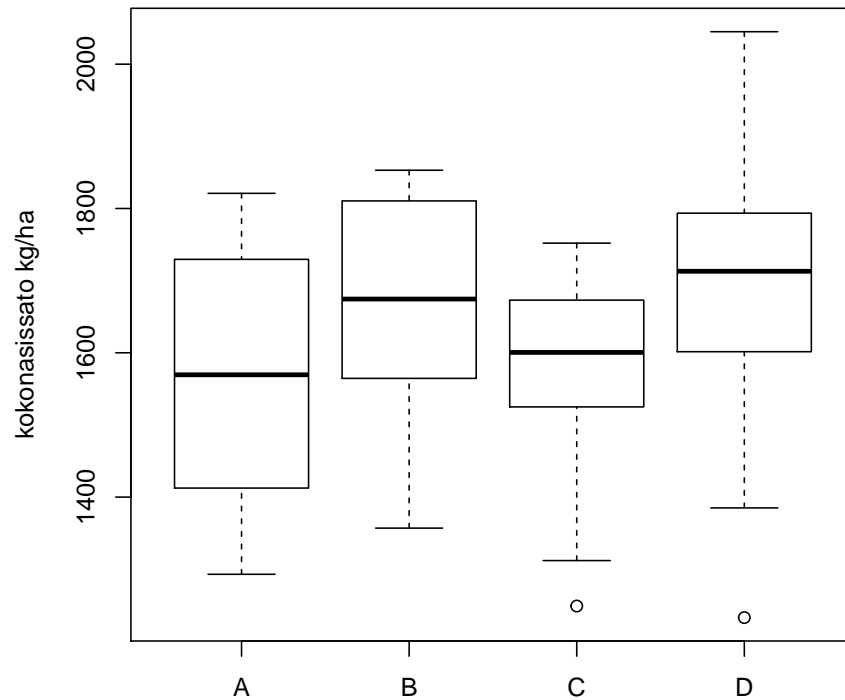
4 = persianapila

Sato on lajiteltu lannoitteen mukaan väreihin.



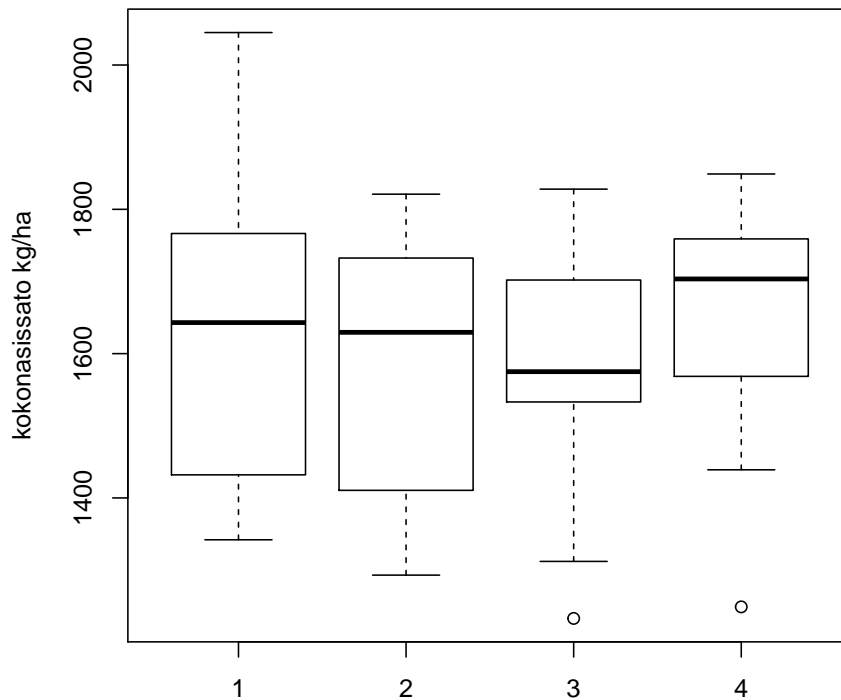
Kuva 1: Kokonaissato ruuduittain lannoitteen mukaan lajiteltuna

Suurin kokonaissato 9% kosteudessa mitattiin lihaluujauhovalmisteella [D] käsitellyiltä ruuduilta, keskiarvo 1677 kg/ha. Keskiarvoltaan pienin kokonaissato 1564 kg/ha, mitattiin puolestaan lannoittamattomilta [A] ruuduilta. Kokonaiskeskiarvo oli 1619 kg/ha. (Kuva 2, Taulukko 1)



Kuva 2: Kokonaissadon mediaani ja vaihteluväli lannoitteittain

Toisaalta lihaluujauhovalmisteella keskihajonta ja vaihteluväli olivat myös suurimmat (Kuva 2, Taulukko 2). Kokonaissadon suhteen ei löydetty tilastollisesti merkitseviä eroja eri lannoitekäsitelyiden välillä.



Kuva 3: Kokonaissadon mediaani ja vaihteluväli aluskasveittain

Pelkän aluskasvin perusteella keskiarvoltaan suurin sato 1657 kg/ha, saatiin ruu-  
duilta, joilla aluskasvina oli persianapila [4]. Keskiarvoltaan pienin sato 1591 kg/ha  
saatiin valkoapilalla[3](Kuva 3, Taulukko 1). Erot eri aluskasvien välillä eivät ol-  
leet tilastollisesti merkitseviä. Yhdysvakutuksista ei voida sanoa tilastollisesti mi-  
tään, mutta lihaluujauhovalmiste [D]-persianapila [4]-yhdistelmä tuotti keskiarvol-  
taan suurimman kokonaissadon 1754 kg/ha (Taulukko 1). Kyseisellä yhdistelmällä  
oli myös pienin hajonta (Taulukko 2).

Taulukko 1: Kokonaissadon keskiarvot lannoitteittain ja aluskasveittain

	A	B	C	D	ka
1	1522	1669	1596	1747	1634
2	1470	1636	1656	1617	1595
3	1594	1649	1532	1589	1591
4	1670	1674	1530	1754	1657
ka	1564	1657	1579	1677	1619

Taulukko 2: Kokonaissadon keskihajonta lannoitteittain ja aluskasveittain

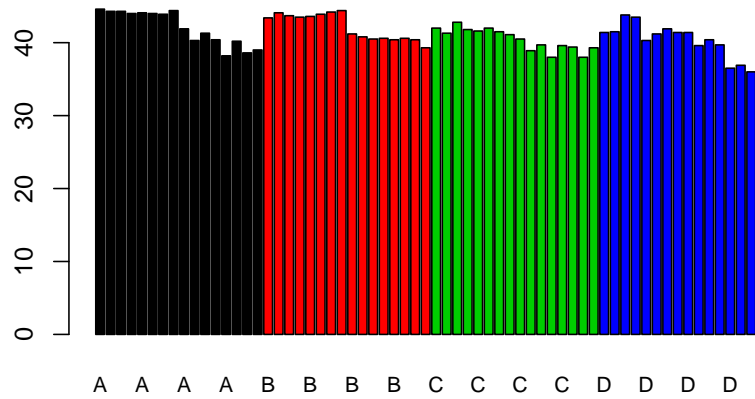
	A	B	C	D	ka
1	171	227	126	253	194
2	215	176	74	167	158
3	168	113	160	263	176
4	101	166	209	73	137
ka	164	170	142	189	166

Myös Tukeyn testi vahvisti, että kokonaissadossa ei ollut tilastollisia eroja lannoitteiden tai aluskasvien välillä.

### 5.1.2 Sadon laatu

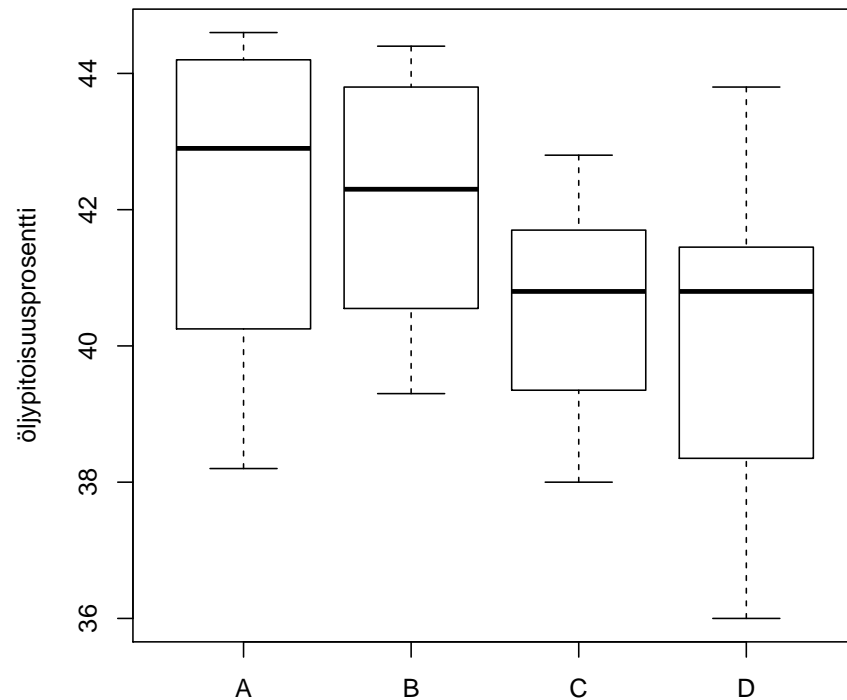
#### Öljypitoisuusprosentti

Jyvien öljypitoisuusprosentti oli korkeampi lietelannoitteella [B] sekä käsittelemättömällä [A] ruuduilla kuin lihaluujauholla [C] tai lihaluujauhovalmisteella [D]. (Kuvat 4 ja 5)



Kuva 4: Jyvien öljypitoisuus ruoduittain lannoitteen mukaan lajiteltuna

Jyvien öljypitoisuus oli lihaluujauholla [C] keskimäärin 40,5% ja lihaluujauhovalmisteella 40,2%, kun käsittelemättömillä ruuduilla [A] tulos oli keskimäärin 42,1% ja lietteellä [B] 42,2%. Tuotokset ylittivät pääosin 40% vaatimustason. Lannoittamattoman ruudun sekä lihaluujauhon ja lihaluujauhovalmisteen [D] väliset erot olivat tilastollisesti merkitseviä:  $p = .0282$  ja  $p = .0287$ . Myös lietteen ja lihaluujauhon sekä lihaluujauhovalmisteen väliset erot olivat tilastollisesti merkitseviä;  $p = .0072$  ja  $p = .0125$  (Taulukko 3). Lihaluujauhon sekä lihaluujauhovalmisteen välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Lihaluujauhon keskihajonta ja vaihteluväli olivat pienempiä kuin lihaluujauhovalmisteen (Kuva 5, Taulukko 5). Myöskään lietteen ja käsittelemättömän ruudun välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Tukeyn testi ei vahvistanut tilastollisesti merkitseviä erojen esiintymistä.



Kuva 5: Jyvien öljypitoisuuden mediaani ja vaihteluväli lannoitteittain

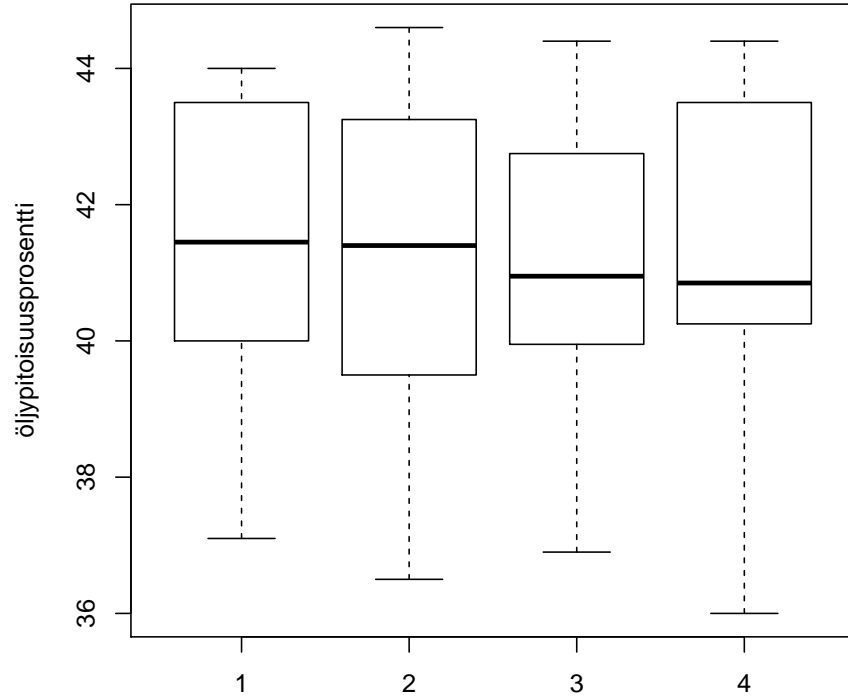
Taulukko 3: Öljypitoisuuden keskiarvotestin p-arvot lannoitteittain

	A	B	C	D
A	-	-	-	-
B	0.9267	-	-	-
C	0.0282	0.0072	-	-
D	0.0287	0.0125	0.6687	-

Jyvien öljypitoisuutta tarkasteltaessa aluskasvin mukaan suurimmat tulokset mitattiin persianapilaruuduilta [4], keskiarvo 41,3%, Tulos ei juuri poikennut muista ruuduista; kaikkien muiden keskiarvot olivat 41,2%. Mutta persianapilan mediaani oli pienin ja vaihteluväli suurin. (Kuva 6, Taulukko 4) Suurin yhdistelmätulos 42,3% mi-



tattiin lannoittamaton [A]-italianraiheinä [2]-yhdistelmältä. Tosin lähes sama tulos saatiin yhdistelmällä lannoittamaton-valkoapila, lannoittamaton-persianapila, liete-valkoapila sekä liete-persianapila (Taulukko 4). Mitkään näistä eroista eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.



Kuva 6: Jyvien öljypitoisuuden mediaani ja vaihteluväli aluskasveittain

Taulukko 4: Öljypitoisuuden keskiarvot lannoitteittain ja aluskasveittain

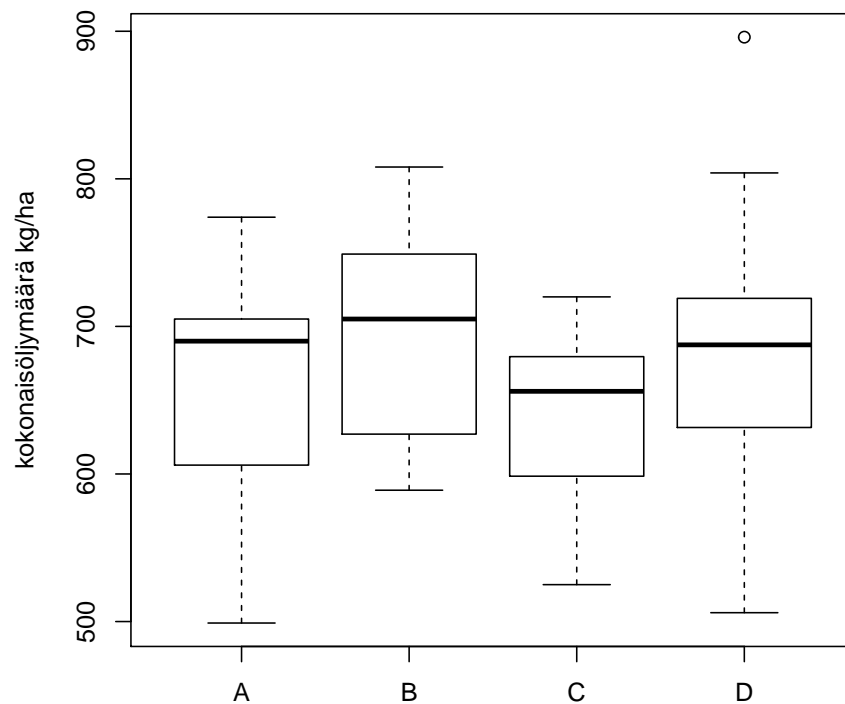
	A	B	C	D	ka
1	41.6	42.0	40.2	41.0	41.2
2	42.3	42.1	40.6	39.8	41.2
3	42.2	42.2	40.7	39.6	41.2
4	42.2	42.2	40.4	40.3	41.3
ka	42.1	42.2	40.5	40.2	41.2

Taulukko 5: Öljypitoisuuden keskihajonta lannoitteittain ja aluskasveittain

	A	B	C	D	ka
1	2.86	1.68	1.77	2.83	2.29
2	2.73	2.28	2.19	2.31	2.38
3	2.60	2.02	1.03	1.95	1.90
4	2.23	2.00	1.45	3.14	2.21
ka	2.60	1.99	1.61	2.56	2.19

Kokonaisöljymäärä kg/ha

Kokonaisöljymäärä kg/ha on laskettu saadusta aineistosta öljyprosentin ja kokonaissadon tulona. Kokonaissato oli mitattu 9 prosentin kosteudessa. Aineistossa ei ollut muita kokonaissadon mittareita vuonna 2006.



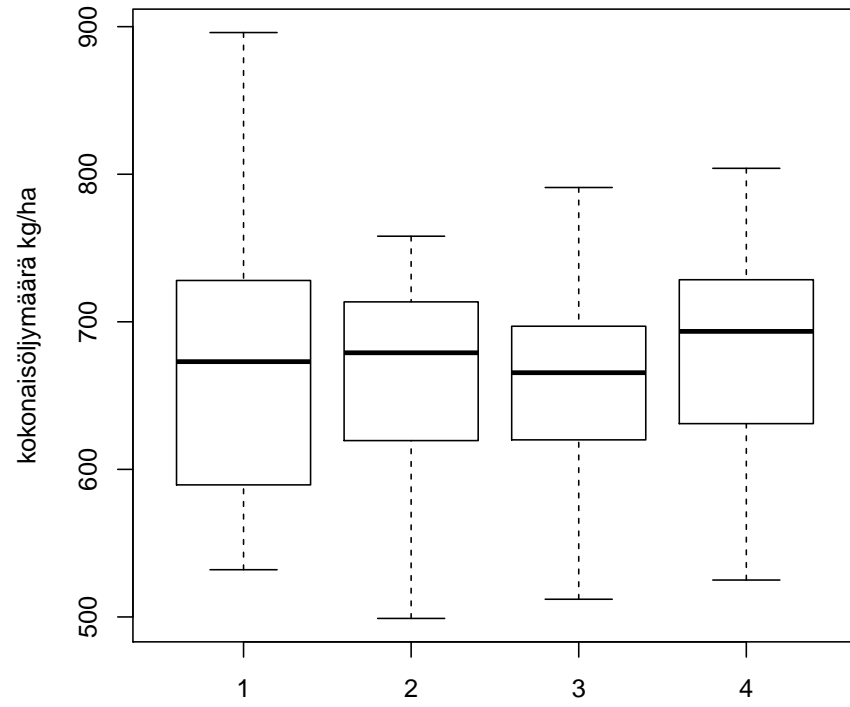
Kuva 7: Kokonaisöljymäärän mediaani ja vaihteluväli lannoitteittain

Kun öljyn määrää tarkasteltiin kg/ha, lihaluujauholla [C] saatiin keskiarvoksi 638 kg/ha ja lihaluujauhovalmisteella [D] 675 kg/ha. Lannoittamattomalla [A] ja lietteellä [B] tulokset olivat 659 kg/ha ja 698 kg/ha, eli lietteellä saatiin jälleen suurin tulos. Sama järjestys näkyy myös mediaaneissa. (Kuva 7 ja Taulukko 7) Ainoa tilastollisesti merkitsevä ero löytyi lihaluujauhon sekä lietteen väliltä:  $p=0.013$ . Muut erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. (Taulukko 6) Tukeyn testi ei vahvistanut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Taulukko 6: Kokonaisöljymäärän keskiarvotestin p-arvot lannoitteittain

	A	B	C	D
A	-	-	-	-
B	0.1419	-	-	-
C	0.4282	0.013	-	-
D	0.6179	0.4562	0.23	-

Öljyn kokonaismäärä kg/ha aluskasvin suhteen tarkasteltuna oli keskiarvoltaan suurin persianapilaruuduilla [4] 683,5 kg/ha ja pienin valkoapilalla [3] 655 kg/ha. Myös mediaanit antoivat samansuuntaisen kuvan. (Taulukko 7, Kuva 8). Keskiarvoltaan suurin yhdistelmätulos 722 kg/ha saatiin ruuduilta, joilla ei ollut aluskasvia [1] ja lannoituskäsittelynä oli lihaluujauhovalmiste [D] (Taulukko 7). Samalla yhdistelmällä keskihajonta oli suurin (Taulukko 8). Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.



Kuva 8: Kokonaisöljymäärän mediaani ja vaihteluväli aluskasveittain

Taulukko 7: Kokonaisöljymäärän keskiarvot lannoitteittain ja aluskasveittain

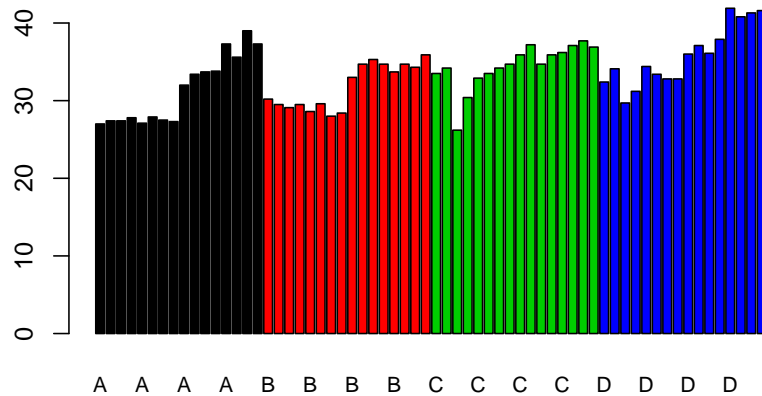
	A	B	C	D	ka
1	634.0	701.0	642.0	722	674.8
2	622.0	688.0	673.0	645	657.0
3	674.0	698.0	622.0	626	655.0
4	704.0	706.0	617.0	707	683.5
ka	658.5	698.2	638.5	675	667.6

Taulukko 8: Kokonaisöljymäärän keskihajonta lannoitteittain ja aluskasveittain

	A	B	C	D	ka
1	79.82	94.82	51.52	149.52	93.92
2	101.25	76.12	50.85	93.29	80.38
3	85.60	69.08	59.69	87.23	75.40
4	51.08	55.30	80.82	70.30	64.38
ka	79.44	73.83	60.72	100.09	78.52

Typpipitoisuus g/kg

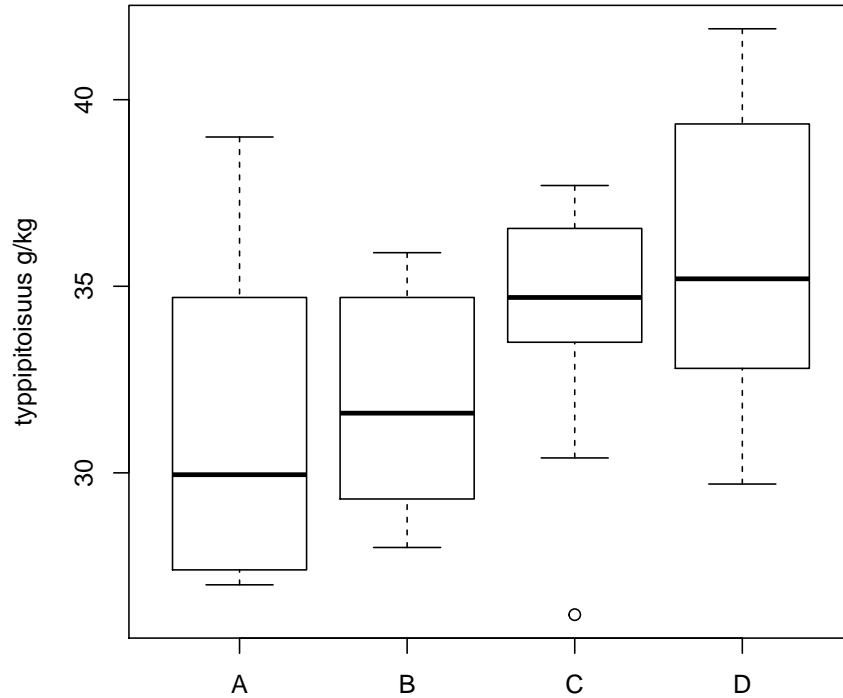
Kuvassa 9 on esitetty mitattu typpipitoisuus g/kg ruuduittain.



Kuva 9: Typpipitoisuus ruuduittain lannoitteen mukaan lajiteltuna

Typpipitoisuutta tarkasteltaessa jyvätasolla g/kg sekä lihaluujauholla [C] 34,5 g/kg että lihaluujauhovalmisteella [D] 35,8 g/kg saatiin paremmat tulokset kuin lietteellä [B] 31,8 g/kg ja lannoittamattomalla [A] 31,4 g/kg (Taulukko 10). Mediaaneissa valmiste oli paras ja sen ruuduista löytyi suurin yksittäinen tulos 36,6 g/kg (Kuva 10, Taulukko 10). Erot olivat myös tilastollisesti merkitseviä: lihaluujauho - lannoittamaton  $p=0.0259$ , lihaluujauho - liete  $p=0.0161$ , lihaluujauhovalmiste - lannoittamaton  $p=0.0046$ , lihaluujauhovalmiste - liete  $p=0.0027$  (Taulukko 9). Tukeyn testi vahvisti li-

haluujauhovalmisteen tilastollisesti merkitsevät erot, mutta ei lihaluujauhon [C]-[A] ja [C]-[B]. Jälleen lihaluujauhon keskihajonta oli pienempi kuin lihaluujauhovalmisteen (Taulukko 11).



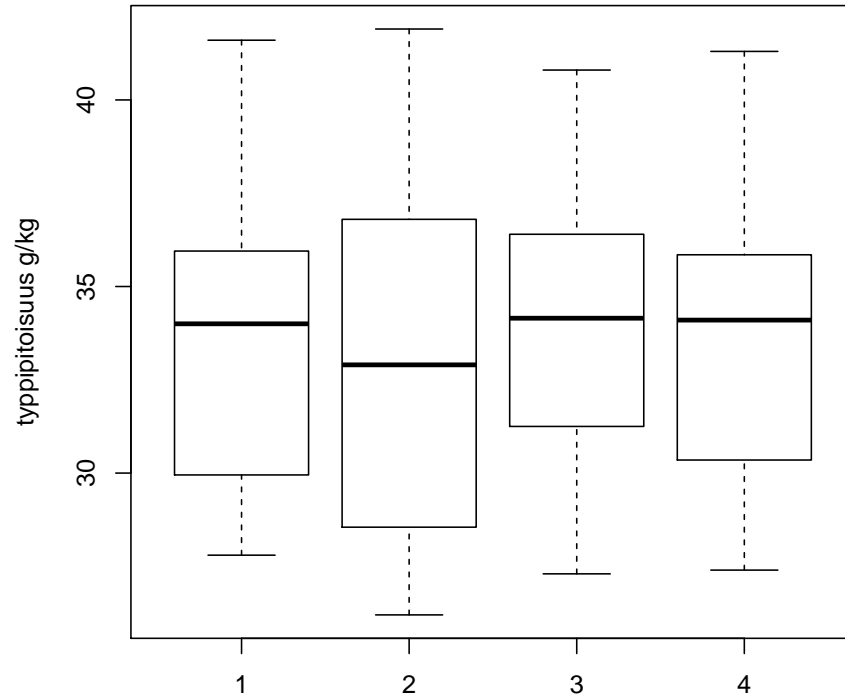
Kuva 10: Typpipitoisuuden mediaani ja vaihteluväli lannoitteittain

Taulukko 9: Typpipitoisuuden keskiarvotestin p-arvot lannoiteittain

	A	B	C	D
A	-	-	-	-
B	0.7172	-	-	-
C	0.0259	0.0161	-	-
D	0.0046	0.0027	0.2637	-

Jyvien typpipitoisuutta tarkasteltaessa aluskasvin mukaan suurimmat tulokset mitattiin valkoapilaruuduilta [3], keskiarvo 33,7 g/kg. Pienin keskiarvo saatiin italian-

raiheinäruuduilta [2] 33,0 g/kg. (Taulukko 10) Tosin italianraiheinän vaihteluväli oli suurin (Kuva 11). Yhdistelmänä lihaluujauhovalmiste [D]-valkoapila [3] näyttää antavan suurimman yhdistelmätuloksen 36,6 g/kg (Taulukko 10). Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.



Kuva 11: Typpipitoisuuden mediaani ja vaihteluväli aluskasveittain

Taulukko 10: Typpipitoisuuden keskiarvot lannoitteittain ja aluskasveittain

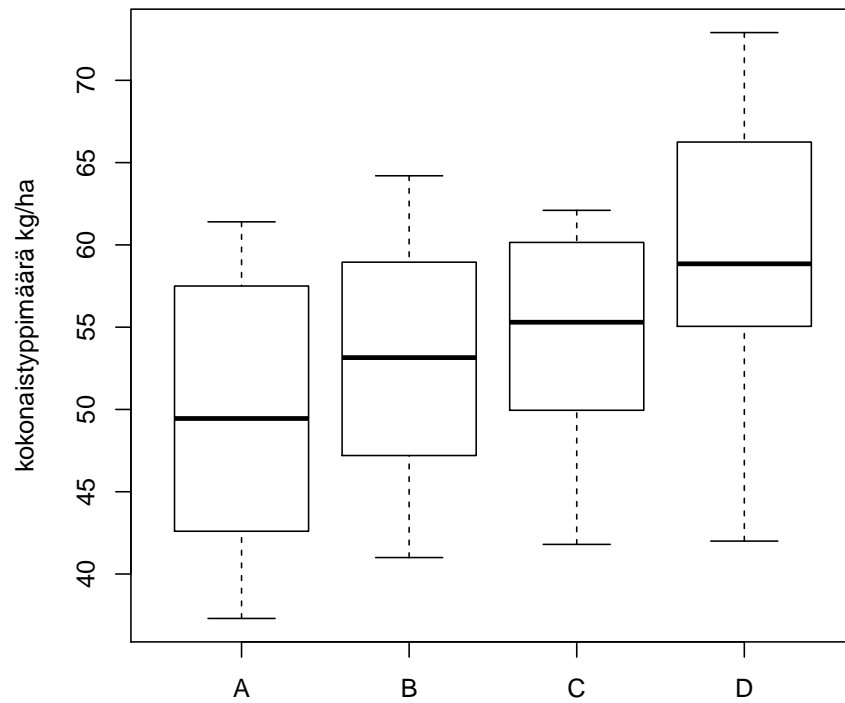
	A	B	C	D	ka
1	31.7	31.9	34.2	35.0	33.2
2	31.3	31.5	33.0	36.2	33.0
3	31.4	31.9	35.0	36.6	33.7
4	31.0	32.0	35.6	35.5	33.5
ka	31.4	31.8	34.5	35.8	33.4

Taulukko 11: Typpipitoisuuden keskihajonta lannoitteittain ja aluskasveittain

	A	B	C	D	ka
1	4.67	3.02	2.67	5.08	3.86
2	5.65	3.63	4.88	4.52	4.67
3	4.93	2.72	1.78	3.11	3.13
4	4.17	3.53	1.83	4.36	3.47
ka	4.86	3.23	2.79	4.27	3.78

Kokonaistyyppimäärä kg/ha

Kokonaistyyppimäärä sadossa on laskettu mitatun typpipitoisuuden g/kg ja kokonaissadon kg/ha tulona. Kokonaissato oli mitattu 9 prosentin kosteudessa.



Kuva 12: Kokonaistyyppimäärän mediaani ja vaihteluväli lannoitteittain

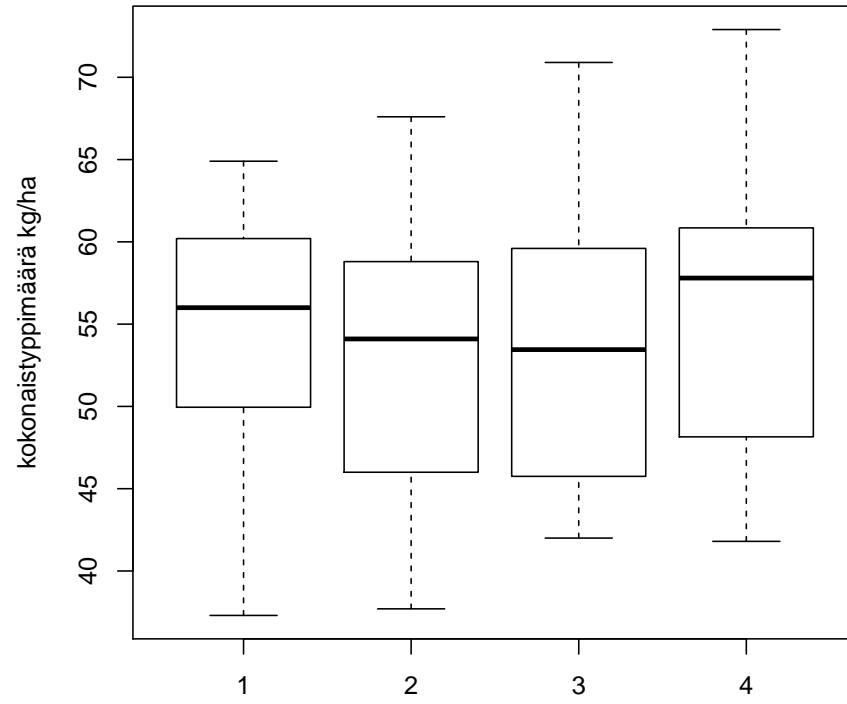


Kokonaistyyppimäärä kg/ha oli tilastollisesti merkitsevästi parempi lihaluujauhovalmisteella [D] 59,9 kg/ha kuin lannoittamattomalla [A] 49 kg/ha ja lietteellä [B] 52,9 kg/ha: vastaavasti  $p=6.03e-04$  ja  $p=.0159$ . Myös lihaluujauhon [C] 54,3 kg/ha sekä lannoittamattoma ruudun välinen ero oli tilastollisesti merkitsevä:  $p=.0504$ . Kokonaistyyppien suhteen lihaluujauholla ja -valmisteella oli myös keskenään tilastollisesti merkitsevä ero:  $p=.0398$ . (Taulukko 12) Sen sijaan lihaluujauhon ja lietteen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Tukeyn testi vahvisti vain lihaluujauhovalmisteen ja lannoittamattoman ruudun välisen tilastollisesti merkitsevän eron. Lihaluujauhovalmisteella oli jälleen suurempi keskihajonta ja vaihteluväli kuin lihaluujauholla (Kuva 12, Taulukko 14).

Taulukko 12: Kokonaistyyppimäärän keskiarvotestin p-arvot lannoitteittain

	A	B	C	D
A	-	-	-	-
B	0.1793	-	-	-
C	0.0504	0.5561	-	-
D	6.03e-04	0.0159	0.0398	-

Aluskasvin suhteen tarkasteltaessa kokonaistyyppimäärä kg/ha oli suurin persianapilalla [4] 55,6 kg/ha. Myös mediaani oli suurin. (Kuva 13, Taulukko 13). Yhdistettynä lihaluujauhovalmisteseen [D] se antoi kaikkein suurimman yhteisvaikutustuloksen 62,2 kg/ha. Myös tässä pienimmät tulokset saatiin italianraiheinällä 52.6 kg/ha (Taulukko 13). Nämä erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä.



Kuva 13: Kokonaistypin määrän mediaani ja vaihteluväli aluskasveittain

Taulukko 13: Kokonaistypin määrän keskiarvot lannoitteittain ja aluskasveittain

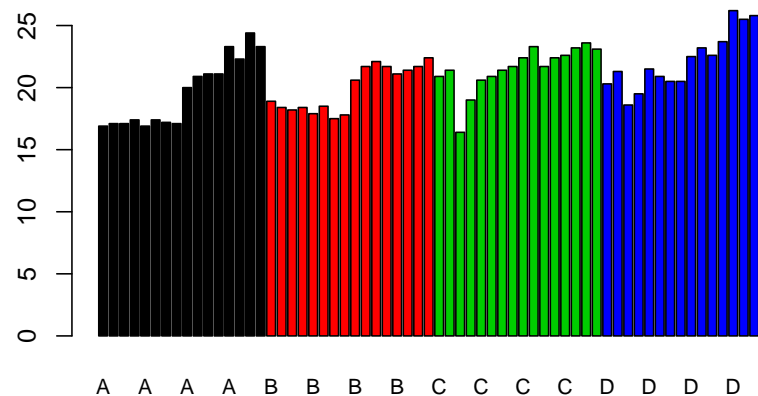
	A	B	C	D	ka
1	48.3	53.4	54.5	60.3	54.1
2	45.9	51.6	54.6	58.3	52.6
3	50.0	52.5	53.6	58.6	53.7
4	51.8	53.9	54.6	62.2	55.6
ka	49.0	52.9	54.3	59.9	54.0

Taulukko 14: Kokonaistyyppimäärän keskihajonta lannoitteittain ja aluskasveittain

	A	B	C	D	ka
1	9.12	9.27	6.00	3.70	7.02
2	9.53	8.74	7.64	6.54	8.11
3	8.92	4.61	6.80	13.37	8.43
4	7.69	10.36	8.69	7.60	8.58
ka	8.81	8.24	7.28	7.80	8.04

Valkuaispitoisuus prosentteina

Kuvassa 14 on esitetty laskettu valkuaispitoisuus ruuduittain. Valkuaispitoisuus on suoraan verrannollinen typpipitoisuuteen. Saamassani aineistossa oli käytetty muuntokerrointa 6,25.



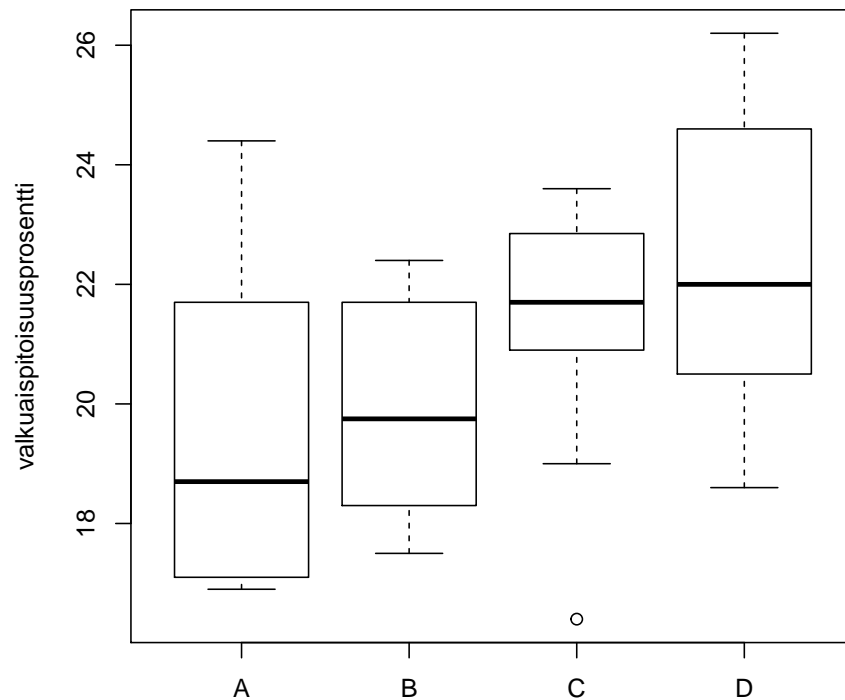
Kuva 14: Valkuaispitoisuudet ruuduittain lannoitteen mukaan lajiteltuna

Jyvien valkuaispitoisuusprosentti oli keskimäärin korkein lihaluujauhovalmisteella [D] 22,4% sekä lihaluujauholla [C] 21,6%. Käsittelemättömällä [A] ja lietteellä [B] vastaavat luvut olivat 19,6 % ja 19,9 %. Mediaanit ovat samassa järjestyksessä. (Kuva 15, Taulukko 16) Sekä lihaluujauhon että lihaluujauhovalmisteen valkuaispitoisuusprosentti oli tilastollisesti merkitsevästi suurempi kuin lannoittamattomalla ja lietteellä: lihaluujaho - lannoittamaton  $p=0.026$ , lihaluujauho - liete  $p=0.0159$ , liha-

luujauhovalmiste - lannoittamaton  $p=.0046$ , lihaluujauhovalmiste - liete  $p=.0026$ . Näiden kahden erilaisen lihaluujauhokäsittelyn keskinäinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Jälleen lihaluujauhovalmisteen keskihajonta ja vaihteluväli olivat suuremmat kuin pelkällä lihaluujauholla. (Taulukko 17, Kuva 15.) Tukeyn testi vahvisti tilastollisesti merkitsevät erot lihaluujauhovalmisteen osalta mutta ei lihaluujauhon.

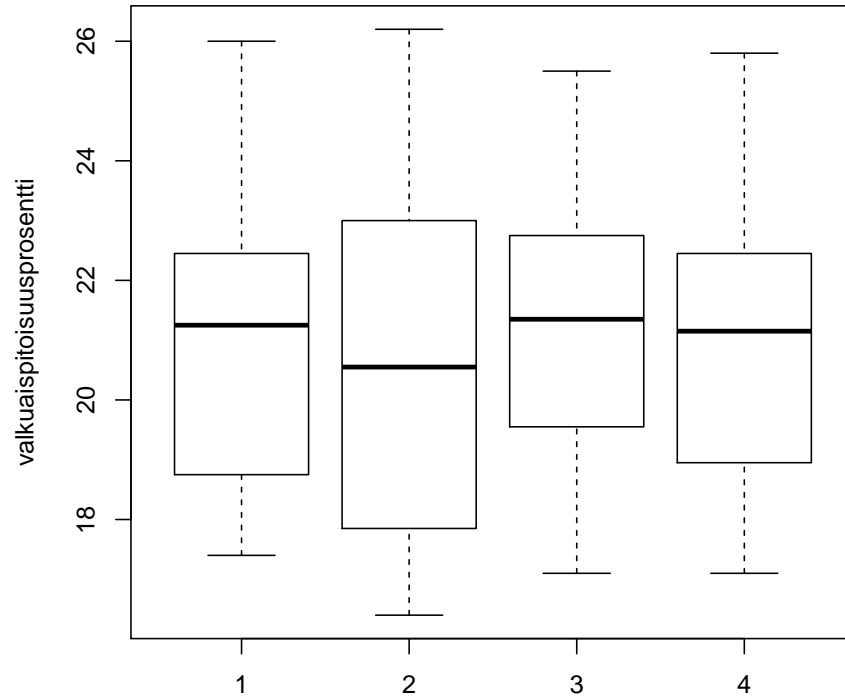
Taulukko 15: Valkuaispitoisuuden keskiarvotestin p-arvot lannoitteittain

	A	B	C	D
A	-	-	-	-
B	0.7182	-	-	-
C	0.026	0.0159	-	-
D	0.0046	0.0026	0.2609	-



Kuva 15: Valkuaispitoisuuden mediaani ja vaihteluväli lannoitteittain

Jyvien valkuaispitoisuutta tarkasteltaessa aluskasvin mukaan valkoapilaruuduilta [3] saatiin keskiarvoltaan suurimmat pitoisuudet 21,1%. Piemimmät pitoisuudet 20,6% mitattiin italianraiheinäruuduilta [2]. Mediaanit näyttävät samaa (Kuva 16). Suurin yhteisvaikutustulos mitattiin valkoapila [3]-lihaluujauhovalmiste [D]-ruuduilta 22,9% (Taulukko 16). Nämä erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä.



Kuva 16: Valkuiaispitoisuuden mediaani ja vaihteluväli aluskasveittain

Taulukko 16: Valkuiaispitoisuuden keskiarvot lannoitteittain ja aluskasveittain

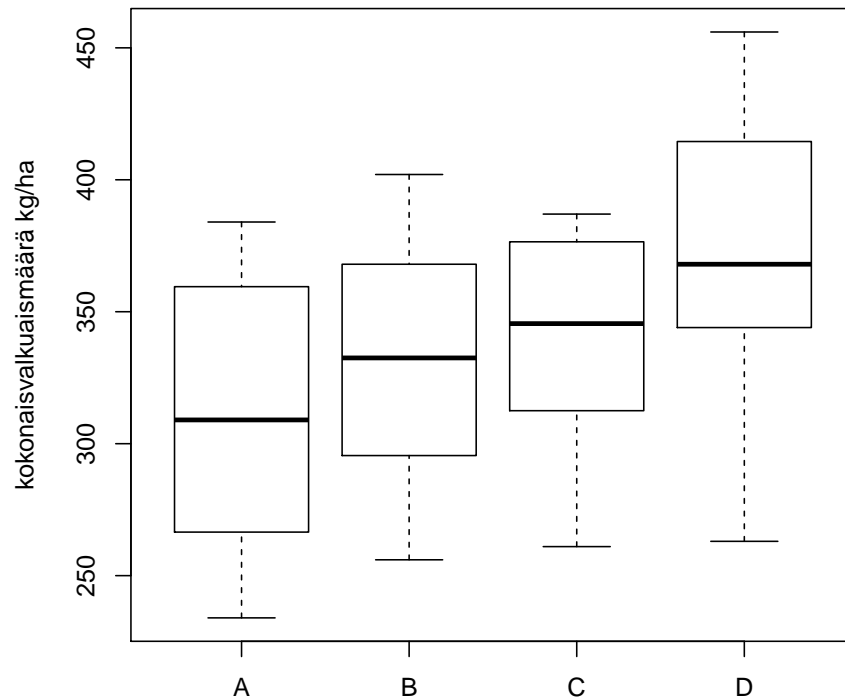
	A	B	C	D	ka
1	19.8	20.0	21.4	21.9	20.8
2	19.5	19.7	20.6	22.7	20.6
3	19.7	19.9	21.9	22.9	21.1
4	19.4	19.9	22.3	22.2	20.9
ka	19.6	19.9	21.6	22.4	20.9

Taulukko 17: Valkuaispitoisuuden keskihajonta lannoitteittain ja aluskasveittain

	A	B	C	D	ka
1	2.91	1.95	1.65	3.16	2.42
2	3.55	2.25	3.05	2.82	2.92
3	3.08	1.72	1.10	1.95	1.96
4	2.63	2.14	1.17	2.71	2.16
ka	3.04	2.02	1.74	2.66	2.37

Kokonaisvalkuais määrä kg/ha

Valkuaisen kokonaismäärän kg/ha olen laskenut aineistosta saadun valkuaisprosentin ja kokonaissadon tulona.



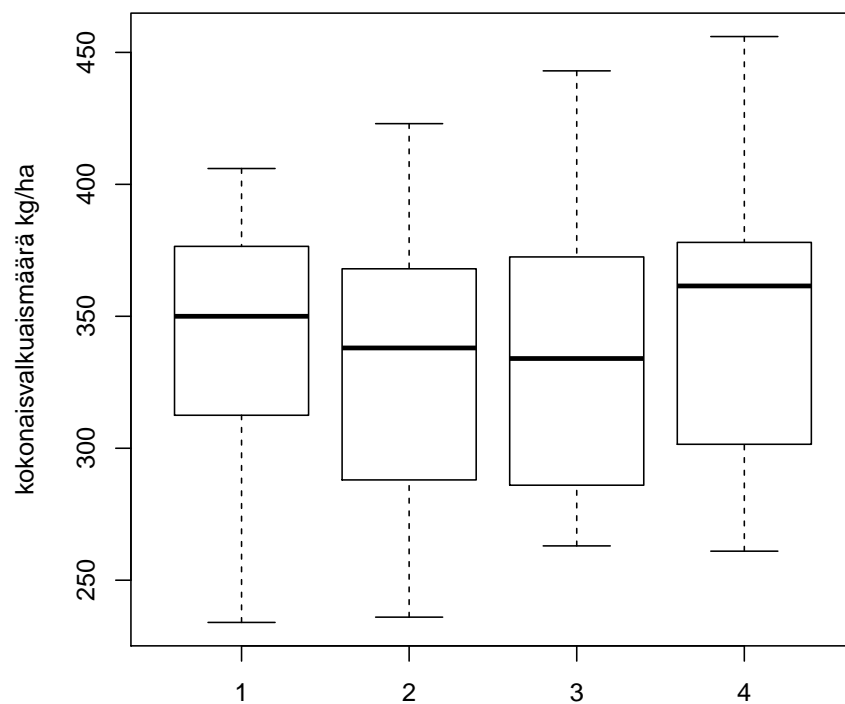
Kuva 17: Kokonaisvalkuais määrän mediaani ja vaihteluväli lannoitteittain

Myös valkuaisen kokonaismäärä kg/ha oli lihaluujauhokäsittelyillä [C] ja [D] käsittelemätöntä [A] 306,1 kg/ha suurempi, erityisesti valmisteella [D] 374,2 kg/ha (Taulukko 19). Vastaavat erot näkyivät mediaaneissa (Kuva 17). Molemmilla käsittelyillä erot lannoittamattomaan olivat tilastollisesti merkitseviä: lihaluujauho [C]  $p=.0506$  ja lihaluujauhovalmiste [D]  $p=6.00e-04$ . Lihaluujauhon 339,8 kg/ha ja lietteen [B] 330,3 kg/ha välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa, mutta lihaluujauhon ja valmisteen välillä oli ( $p=.0395$ ). (Taulukko 18) Tukeyn testi vahvisti vain lihaluujauhovalmisteen ja lannoittamattoman ruudun eron. Keskihajonta ja vaihteluväli olivat suuremmat valmisteella kuin pelkällä lihaluujauholla (Kuva 17, Taulukko 20).

Taulukko 18: Kokonaisvalkuaismäärän keskiarvotestin p-arvot lannoitteittain

	A	B	C	D
A	-	-	-	-
B	0.1798	-	-	-
C	0.0506	0.5528	-	-
D	6.00e-04	0.0155	0.0395	-

Suurin kokonaisvalkuaismäärä kg/ha aluskasvin suhteen tarkasteltuna mitattiin persianapilaruuduilta [4] 347,4 kg/ha, ja pienin italianheinäruuduilta [2] 328,8 kg/ha (Taulukko 19). Mediaani oli pienin valkoapilalla (Kuva 18). Persianapila [4] - lihaluujauhovalmiste [D]-yhdistelmällä saatiin suurin yhteistulos 389 kg/ha (Taulukko 19). Tilastollisesti merkitseviä eroja ei löytynyt.



Kuva 18: Kokonaisvalkuais määrän mediaani ja vaihteluväli aluskasveittain

Taulukko 19: Kokonaisvalkuais määrän keskiarvot lannoitteittain ja aluskasveittain

	A	B	C	D	ka
1	302.0	335.0	340.8	377.0	338.7
2	286.5	322.5	341.5	364.8	328.8
3	312.5	328.0	335.5	366.2	335.6
4	323.5	335.8	341.5	389.0	347.4
ka	306.1	330.3	339.8	374.2	337.6



Taulukko 20: Kokonaisvalkuais määrän keskihajonta lannoitteittain ja aluskasveittain

	A	B	C	D	ka
1	56.59	58.69	36.79	23.45	43.88
2	59.68	54.20	47.56	40.84	50.57
3	55.91	28.77	42.59	83.39	52.66
4	48.18	64.01	54.48	47.59	53.56
ka	55.09	51.42	45.36	48.82	50.17

## 5.2 Vuosi 2007

Varianssianalyysin ja Tukeyn testin perusteella vuoden 2007 tuotoksista ei löytynyt tutkimuksen kohteena olevien lihaluujauhon ja lihaluujauhovalmisteen osalta lannoitteiden ja aluskasvien välillä yhteisvaikutuksia. Lietteen ja italianraiheinän kohdalla tuli esiin yhteisvaikutus kokonaissadon määrässä.

### 5.2.1 Sadon määrä

Sadon määrää tarkastellaan 9 prosentin kosteudessa. Aineistossa oli myös kuiva-aineen määrä, mutta koska vastaavaa tietoa ei ollut saatavissa vuoden 2006 tiedoista, en ole käyttänyt sitä laskutoimituksissa. Kuvassa 19 on esitetty kokonaissato kg/ha ruuduittain. Jokainen pylväs kuvastaa yhtä lannoite-aluskasvi-yhdistelmää. Lannoitekäsitteilyjä oli yksi enemmän kuin vuonna 2006, joten ruutuja oli yhteensä 80.

A = ei lannoitetta

B = lietelanta

C = lihaluujauho

D= viherlannoite

E = lihaluujauhovalmiste

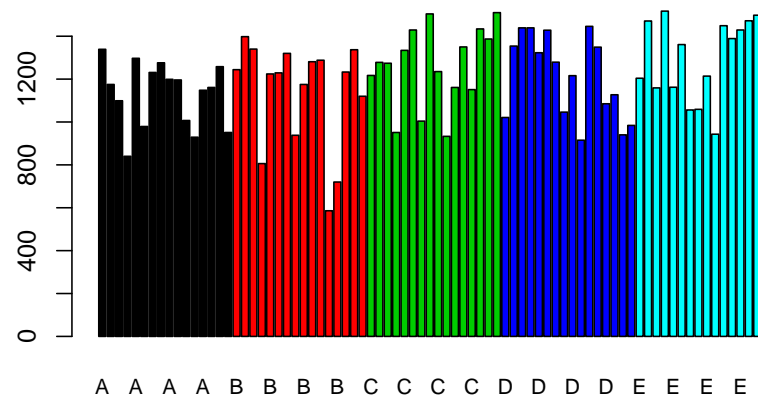
Aluskasvit olivat samat kuin vuonna 2006:

1 = ei aluskasvia

2 = italianraiheinä

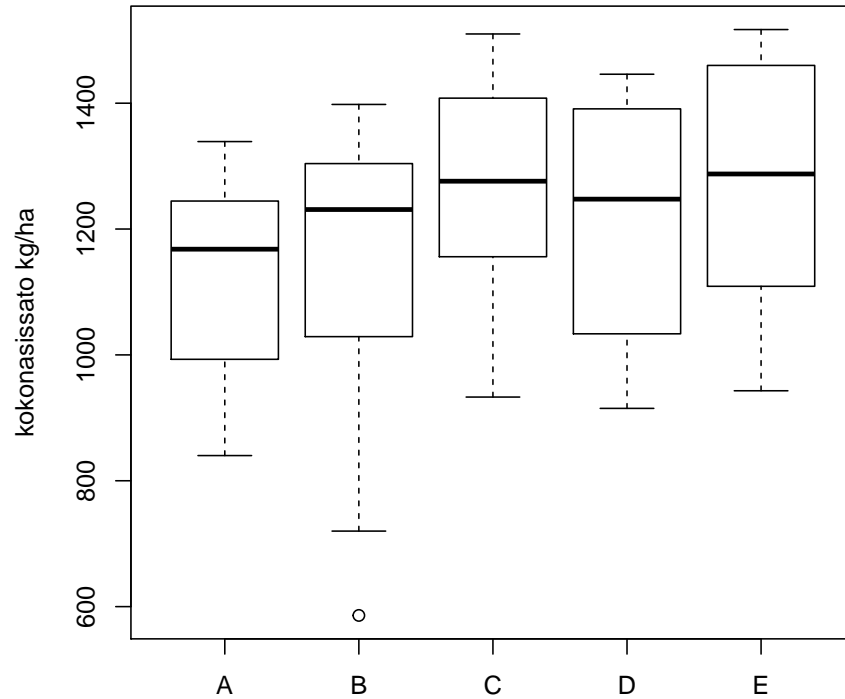
3 = valkoapila

4 = persianapila



Kuva 19: Kokonaissato ruuduittain lannoitteen mukaan lajiteltuna

Suurin kokonaissato 1277 kg/ha mitattiin lihaluujauhovalmisteella [E] käsitellyiltä ruuduilta. Keskiarvoltaan pienin sato 1130 kg/ha mitattiin lannoittamattomilta [A] ruuduilta. Kokonaiskeskiarvo oli 1204 kg/ha. (Taulukko 23) Mediaaneissa erot vaikuttavat pieniltä (Kuva 20). Kuitenkin lihaluujauhon [C] sekä lannoittamattoman välinen ero oli tilastollisesti merkitsevä ( $p=.0363$ ), kuten myös lihaluujauhovalmisteen sekä lannoittamattoman välinen ero ( $p=.0213$ ). Muita tilastollisesti merkitseviä eroja ei löytynyt. (Taulukko 21) Tukeyn testi vahvisti havainnot. Lihaluujauhon ja lihaluujauhovalmisteen keskihajonnat olivat lähes yhtä suuret, mutta ”laatikko” oli lihaluujauhovalmisteella selvästi laajempi (Kuva 20, Taulukko 24).



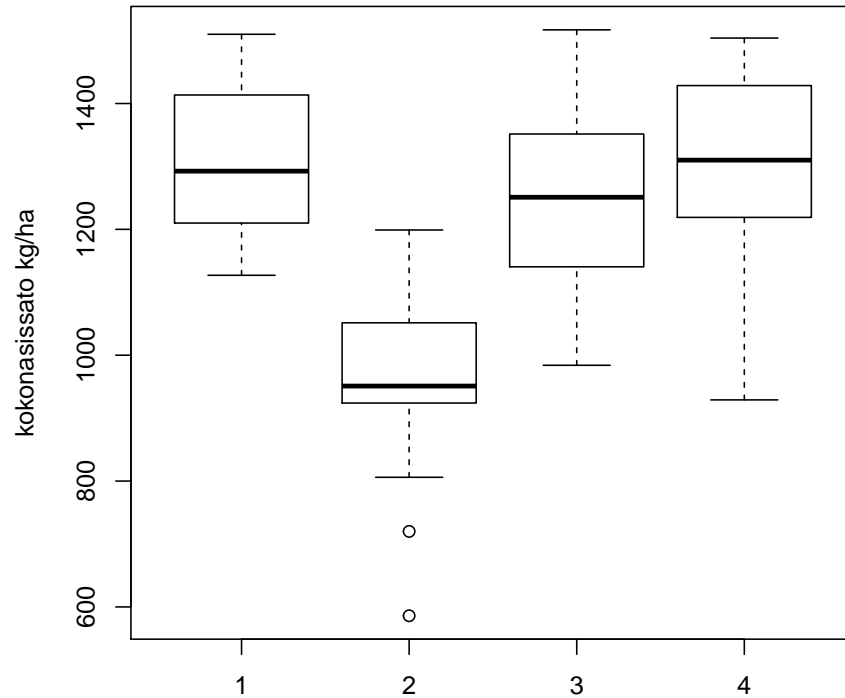
Kuva 20: Kokonaissadon mediaani ja vaihteluväli lannoitteittain

Taulukko 21: Kokonaissadon keskiarvotestin p-arvot lannoitteittain

	A	B	C	D	E
A	-	-	-	-	-
B	0.8936	-	-	-	-
C	0.0363	0.1281	-	-	-
D	0.1907	0.3626	0.4808	-	-
E	0.0213	0.0863	0.7874	0.3425	-

Aluskasvin perusteella tarkasteltuna keskiarvoltaan suurin sato 1307 kg/ha saatiin ruuduilta ilman aluskasvia [1]. Pienin sato 965 kg/ha saatiin italianraiheinäruuduilta [2]. (Taulukko 23) Mediaaneissa ero oli selvä ja italianraiheinällä oli kaksi poikkeavan heikkoa ruutua (Kuva 21) Lihaluujauho [C]-persianapila [4] antoi suurimman yhdistelmätuloksen 1379 kg/ha, joskin lihaluujauhovalmisteella [E] ilman aluskasvia

saatiin lähes yhtä suuri yhdistelmätulos 1378 kg/ha (Taulukko 23). Ero italianraiheinän ja kaikkien muiden ruutujen välillä oli tilastollisesti merkitsevä: italianraiheinä - ei aluskasvia  $p=1.88e-08$ , italianraiheinä - valkoapila  $p=6.1e-07$ , italianraiheinä - persianapila  $p=4.04e-08$ . Muita tilastollisesti merkitseviä eroja ei löytynyt. (Taulukko 22) Tukeyn testi vahvisti tilastollisesti merkitsevät erot.



Kuva 21: Kokonaissadon mediaani ja vaihteluväli aluskasveittain

Taulukko 22: Kokonaissadon keskiarvotestin p-arvot aluskasveittain

	1	2	3	4
1	-	-	-	-
2	1.88e-09	-	-	-
3	0.1916	6.10e-07	-	-
4	0.7541	4.04e-08	0.372	-

Taulukko 23: Kokonaissadon keskiarvot lannoitteittain ja aluskasveittain

	A	B	C	D	E	ka
1	1204	1313	1363	1276	1378	1307
2	992	762	1010	980	1080	965
3	1149	1215	1286	1242	1359	1250
4	1176	1270	1379	1350	1292	1293
ka	1130	1140	1260	1212	1277	1204

Taulukko 24: Kokonaissadon keskihajonta lannoitteittain ja aluskasveittain

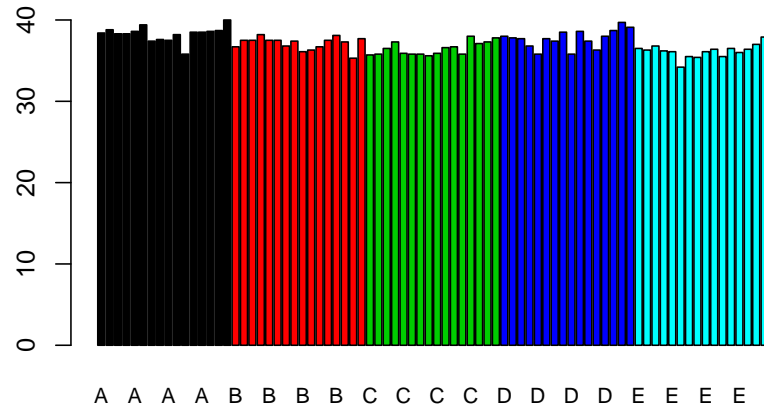
	A	B	C	D	E	ka
1	65	72	129	135	129	106
2	150	148	99	63	104	113
3	117	87	122	175	207	142
4	181	53	96	176	194	140
ka	128	90	112	137	158	125

### 5.2.2 Sadon laatu

Jyvien öljypitoisuusprosentti

Mitatut öljypitoisuusprosentit on esitetty kuvassa 22 ruuduittain. Jyvien öljypitoisuus oli korkein 38,3% lannoittamattomalla [A] ruudulla, kun taas lihaluujauholla [C] ja lihaluujauhovalmisteella [E] pitoisuudet olivat kokeen pienimpiä 36,5% ja 36,2% (Taulukko 27). Mediaanit poikkesivat selvästi toisistaan (Kuva 23). Erot olivat myös tilastollisesti merkitseviä: lihaluujauho - lannoittamaton  $p=2.05e-06$ , lihaluujauho - liete  $p=.0249$ , lihaluujauho - viherlannoite  $p=.0013$ , lihaluujauhovalmiste - lannoittamaton  $p=1.46e-07$ , lihaluujauhovalmiste - liete  $p=.0018$ , lihaluujauhovalmiste - viherlannoite  $p=1.35e-04$ . Viherlannoitteella [D] saatiin parempi tulos 37,7% kuin lietteellä 37,1%, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevää. Tukeyn testi vahvisti muut tilastollisesti merkitsevät erot, mutta ei eroa lihaluujauho - liete [C]-[B]. Lihaluujauhon ja lihaluujauhovalmisteen välinen ero [C]-[E] ei myöskään ollut tilastollisesti merkitsevää. (Taulukko 25) Lihaluujauhovalmisteen keskihajonta ja vaihteluväli

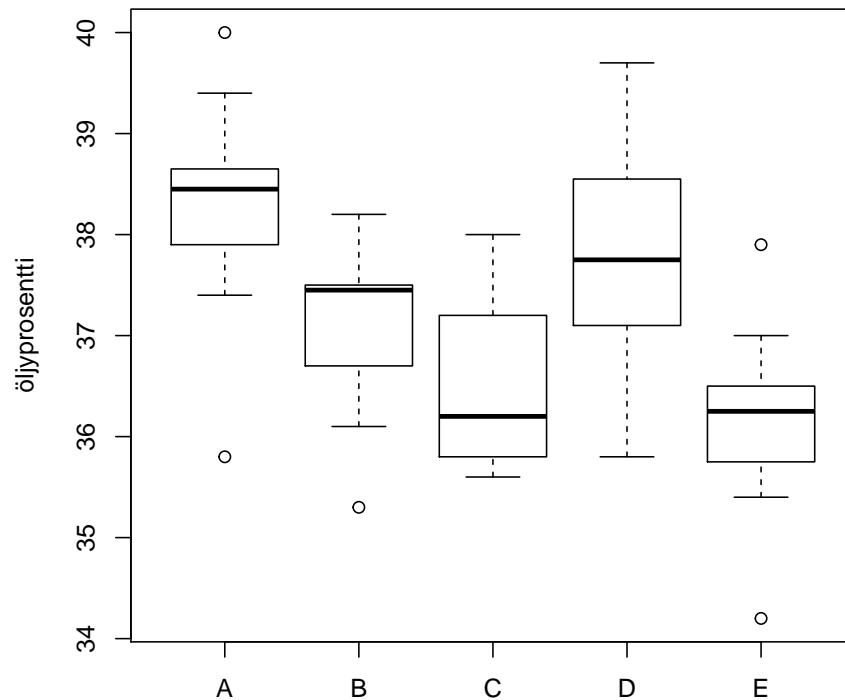
olivat pienemmät kuin lihaluujauholla. Valmisteella oli myös kaksi poikkeavaa arvoa. (Kuva 23, Taulukko 28)



Kuva 22: Öljypitoisuus ruduittain lannoitteen mukaan lajiteltuna

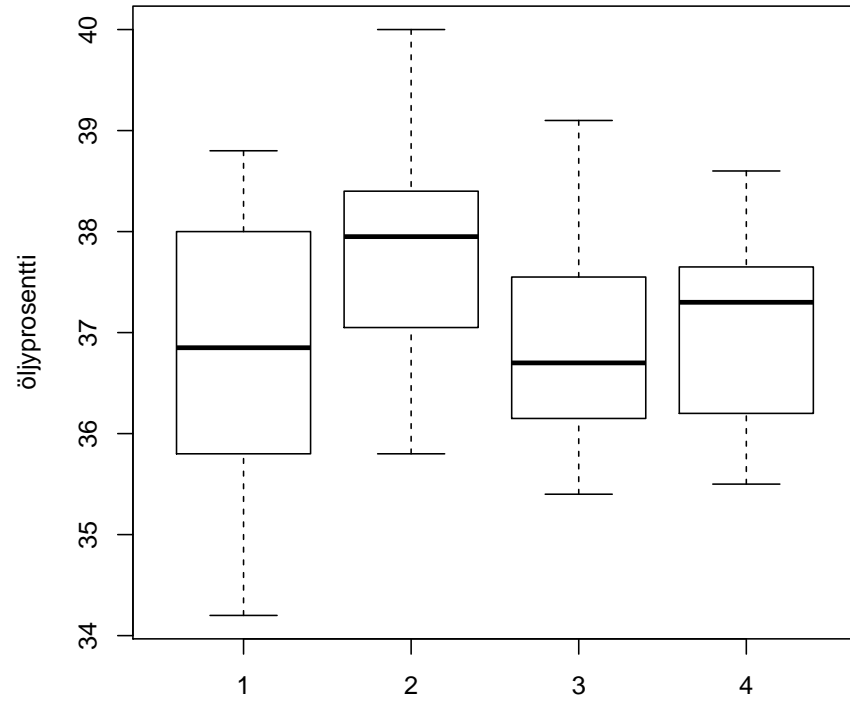
Taulukko 25: Öljypitoisuuden keskiarvotestin p-arvot lannoitteittain

	A	B	C	D	E
A	-	-	-	-	-
B	6.18e-04	-	-	-	-
C	2.05e-06	0.0249	-	-	-
D	0.1208	0.1013	0.0013	-	-
E	1.46e-07	0.0018	0.302	1.35e-04	-



Kuva 23: Öljypitoisuuden mediaani ja vaihteluväli lannoitteittain

Öljypitoisuutta tarkasteltaessa aluskasveittain suurimmat pitoisuudet 37,8% mitattiin italianraiheinäruuduilla [2]. Pienimmät pitoisuudet 36,9% mitattiin ruuduilta, joilla ei ollut aluskasvia [1] sekä valkoapilalta [3] (Taulukko 27). Myös mediaaneissa erot olivat selvät (Kuva 24). Suurin yhdistelmätulos 38,8% saatiin ruuduilta, joissa kasvoi italianraiheinää ilman lannoitekasittelyä [A]. Italianraiheinän ja kaikkien muiden aluskasvien väliset erot olivat tilastollisesti merkitseviä: ei aluskasvia  $p=.0239$ , vakoapila  $p=.0119$ , persianapila  $p=.0275$ . Muita tilastollisesti merkitseviä eroja ei löytynyt (Taulukko 26). Tukeyn testi vahvisti tulokset.



Kuva 24: Öljypitoisuuden keskiarvo ja vaihteluväli aluskasveittain

Taulukko 26: Öljypitoisuuden keskiarvotestin p-arvot aluskasveittain

	1	2	3	4
1	-	-	-	-
2	0.0239	-	-	-
3	0.958	0.0119	-	-
4	0.6783	0.0275	0.6722	-



Taulukko 27: Öljyprosentin keskiarvot lannoitteittain ja aluskasveittain

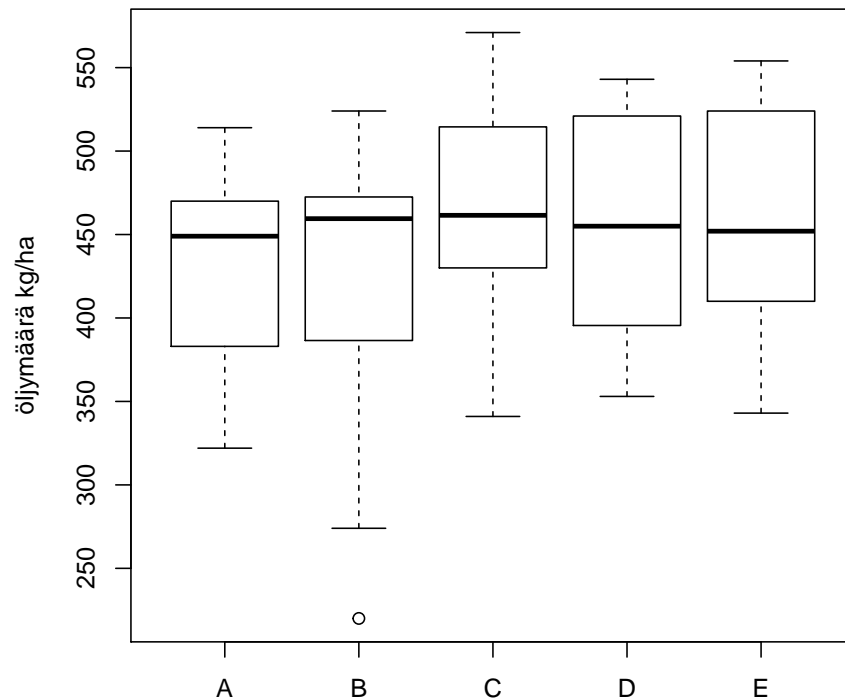
	A	B	C	D	E	ka
1	38.5	36.8	36.3	37.0	35.8	36.9
2	38.8	37.8	36.9	38.7	36.8	37.8
3	37.5	36.8	36.4	37.6	36.1	36.9
4	38.3	37.1	36.3	37.5	36.0	37.0
ka	38.3	37.1	36.5	37.7	36.2	37.1

Taulukko 28: öljypitoisuuden keskihajonta lannoitteittain ja aluskasveittain

	A	B	C	D	E	ka
1	0.25	1.04	0.98	1.44	1.24	0.99
2	1.12	0.41	0.94	0.72	0.79	0.80
3	1.29	0.66	0.66	1.16	0.50	0.85
4	0.46	0.57	0.77	0.51	0.34	0.53
ka	0.78	0.67	0.84	0.96	0.72	0.79

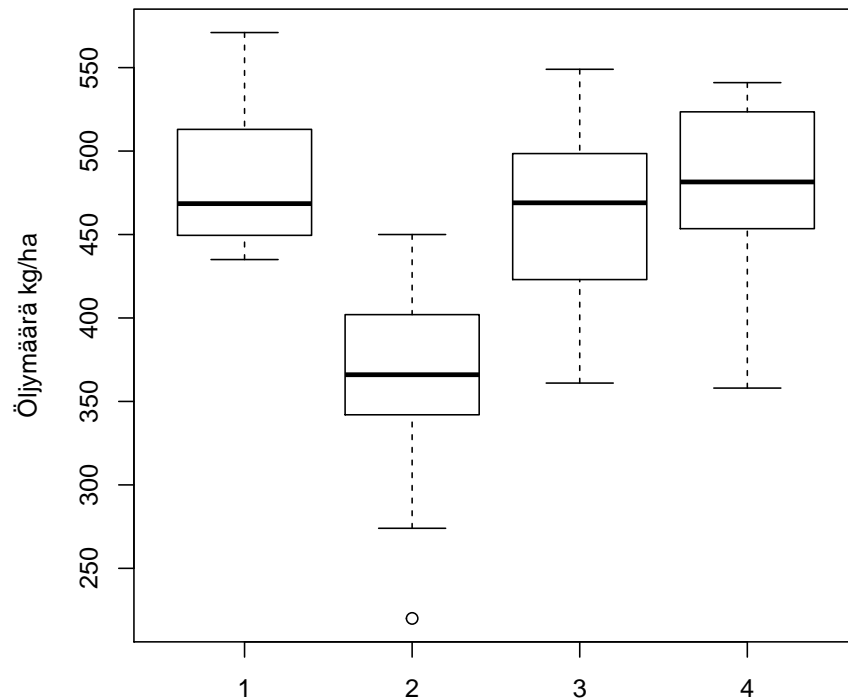
Kokonaisöljymäärä kg/ha

Kokonaisöljymäärä on laskettu öljyprosentin ja kokonaissadon tulona. Laskutoimituksissa on käytetty kokonaissatoa 9 prosentin kosteudessa, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia vuoden 2006 kokeeseen. Varianssianalyysi näytti yhteisvaikutusta lietteen ja italianraiheinän välille. Tämä johtunee siitä, että kokonaisöljymäärän laskennassa käytettiin kokonaissatoa, missä oli havaittu tämä yhteisvaikutus.



Kuva 25: Kokonaisöljymäärän mediaani ja vaihteluväli lannoitteittain

Öljymäärää kg/ha tarkasteltaessa ei löydetty tilastollisesti merkitseviä eroja minkään lannoitekäsittelyiden välillä. Suurin tulos 461,9 kg/ha saatiin lihaluujauhovalmisteella [E] ja pienin 422,4 kg/ha lietteellä [B] (Taulukko 30). Mediaanit olivat tasaiset, vaikka paikka ”laatikossa”vaihtelee (Kuva 25). Lihaluujauhovalmisteen keskihajonta oli suurempi kuin lihaluujauholla mutta vaihteluväli pienempi (Taulukko 31, Kuva 25).



Kuva 26: Kokonaisöljymäärän mediaani ja vaihteluväli aluskasveittain

Aluskasvin suhteen tarkasteltuna öljyn kokonaismäärän kg/ha keskiarvoltaan suurin tulos 481,5 kg/ha saatiin ruuduilta, joilla ei ollut aluskasvia [1]. Pienimmät tulokset 364,5 kg/ha saatiin italianraiheinällä [2] (Taulukko 30). Italianraiheinän mediaani jäi selvästi pienimmäksi ja sillä oli yksi poikkeava ruutu (Kuva 26). Suurin yhdistelmätuotos 505,2 kg/ha saatiin ruuduilta, joissa kasvoi persianapilaa [4] ja lannoitekäsittelynä oli viherlannoite [D] (Taulukko 30). Myös tässä italianraiheinän ja kaikkien muiden käsittelyiden väliset erot olivat tilastollisesti merkitseviä: ei aluskasvia  $p=8.12e-09$ , valkoapila  $p=2.3e-06$ , persianapila  $p=8.78e-08$  (Taulukko 29). Tukeyn testi vahvisti havainnot.

Taulukko 29: Kokonaisöljymäärän keskiarvotestin p-arvot aluskasveittain

	1	2	3	4
1	-	-	-	-
2	8.12e-09	-	-	-
3	0.1888	2.30e-06	-	-
4	0.8417	8.78e-08	0.3125	-

Taulukko 30: Kokonaisöljymäärän keskiarvot lannoitteittain ja aluskasveittain

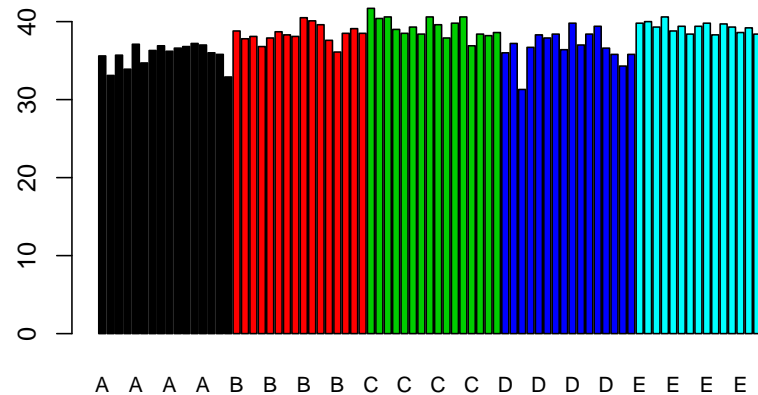
	A	B	C	D	E	ka
1	464.0	482.5	496.0	472.0	493.0	481.5
2	384.5	288.2	373.0	379.2	397.5	364.5
3	432.2	447.2	467.8	466.2	491.8	461.0
4	450.0	471.8	500.0	505.2	465.2	478.4
ka	432.7	422.4	459.2	455.6	461.9	446.4

Taulukko 31: Kokonaisöljymäärän keskihajonta lannoitteittain ja aluskasveittain

	A	B	C	D	E	ka
1	25.60	28.20	58.12	50.70	51.19	42.76
2	52.34	55.34	43.36	21.36	37.93	42.07
3	54.68	30.41	48.77	55.97	79.79	53.92
4	66.99	21.00	31.77	62.34	73.01	51.02
ka	49.90	33.74	45.51	47.59	60.48	47.44

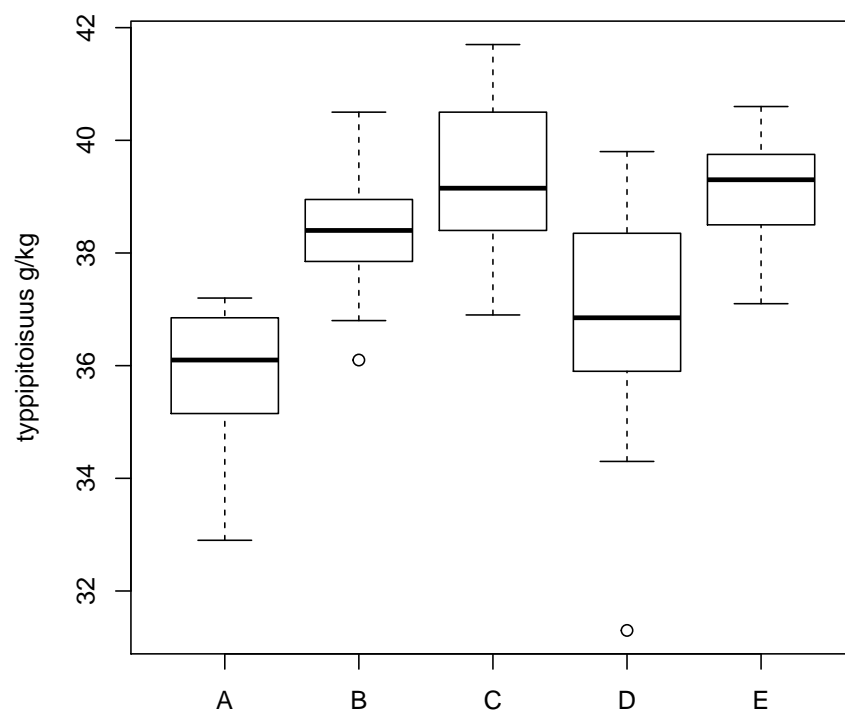
Typpipitoisuus g/kg

Kuvassa 27 on esitetty mitatut typpipitoisuudet ruuduittain.



Kuva 27: Typpipitoisuus ruoduittain lannoitteen mukaan jaoteltuna

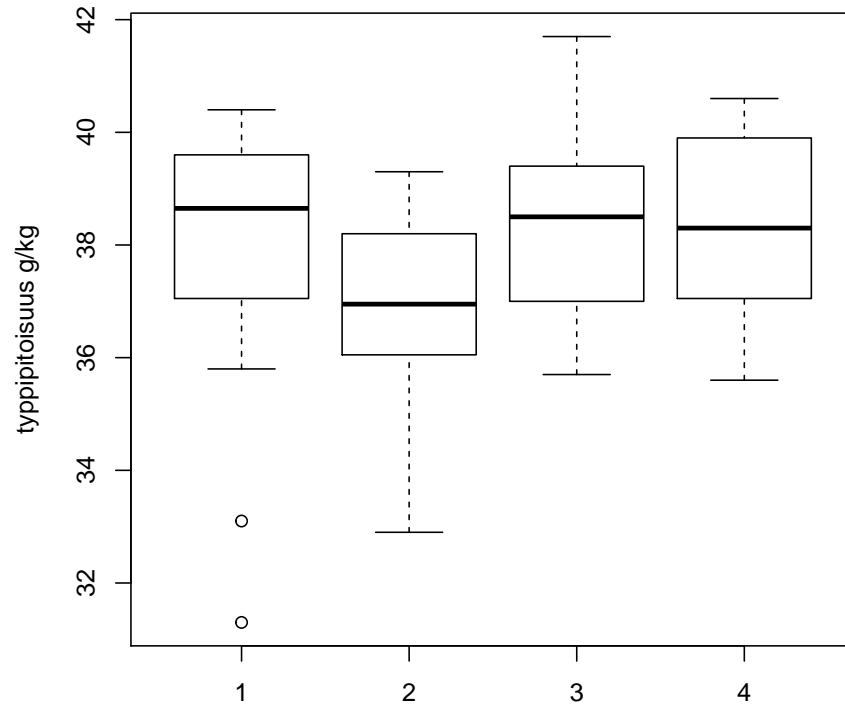
Jyvien typpipitoisuus g/kg oli keskiarvoltaan suurin lihaluujauholla [C] 39,3 g/kg ja lihaluujauhovalmisteella [E] 39.1 g/kg (Taulukko 34). Niiden mediaanit poikkesivat selvästi muiden käsittelyiden mediaaneista (Kuva 28). Näiden kahden käsittelyn erot lannoittamattomaan ruutuun, lietteeseen sekä viherlannoitettuun ruutuun olivat tilastollisesti merkitseviä: lihaluujauho - lannoittamaton  $p=2.21e-08$ , lihaluujauho - liete  $p=.0474$ , lihaluujauho - viherlannoite  $p=4.43e-04$ , lihaluujauhovalmiste - viherlannoite  $p=5.28e-04$ . Tukeyn testi vahvisti tilastollisesti merkitsevät erot muiden paitsi lietteen ja lihaluujauhon sekä -valmisteen välillä [C-B],[E-B]. Lihaluujauhon ja lihaluujauhovalmisteen keskinäinen ero ei ollut tämän kriteerin perusteella tilastollisesti merkitsevä. (Taulukko 32) Lihaluujauhon keskihajonta samoin kuin vaihtelväli olivat suurempia kuin lihaliijauhovalmisteen (Taulukko 35, Kuva 28)



Kuva 28: Typpipitoisuuden mediaani ja vaihteluväli lannoitteittain

Taulukko 32: Typpipitoisuuden keskiarvotestin p-arvot lannoitteittain

	A	B	C	D	E
A	-	-	-	-	-
B	1.72e-06	-	-	-	-
C	2.21e-08	0.0474	-	-	-
D	0.0902	0.0132	4.43e-04	-	-
E	1.13e-08	0.0477	0.6967	5.28e-04	-



Kuva 29: Typpipitoisuuden mediaani ja vaihteluväli aluskasveittain

Aluskasvin perusteella tarkasteltuna suurin typpipitoisuus g/kg mitattiin valkoapilaruudulta [3] 38,4 g/kg, joskin ero persianapilaan [4] 38,3 g/kg oli hyvin pieni. Pienimmät pitoisuudet 36,8% mitattiin italianraiheinällä [2]. (Taulukko 34) Myös italianraiheinä mediaani oli selvästi pienin (Kuva 29). Suurin yhdistelmätulos 40 g/kg saatiin persianapila [4]-lihaluujauho [D]-yhdistelmällä (Taulukko 34) Italianraiheinän sekä apiloiden väliset erot olivat tilastollisesti merkitseviä: valkoapila  $p=.0050$ ; persianapila  $p=.0056$ . Tukeyn testi vahvisti tämän. Ero aluskasvittoman [1] ja italianraiheinän välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevä. (Taulukko 33)

Taulukko 33: Tyypipitoisuuden keskiarvotestin p-arvot aluskasveittain

	1	2	3	4
1	-	-	-	-
2	0.0791	-	-	-
3	0.4908	0.005	-	-
4	0.5648	0.0056	0.8699	-

Taulukko 34: Tyypipitoisuuden keskiarvot lannoitteittain ja aluskasveittain

	A	B	C	D	E	ka
1	36.0	38.8	39.5	36.3	39.3	38.0
2	34.4	37.1	38.0	35.9	38.4	36.8
3	36.1	39.0	39.6	37.7	39.6	38.4
4	36.4	38.6	40.0	37.4	39.2	38.3
ka	35.7	38.4	39.3	36.8	39.1	37.9

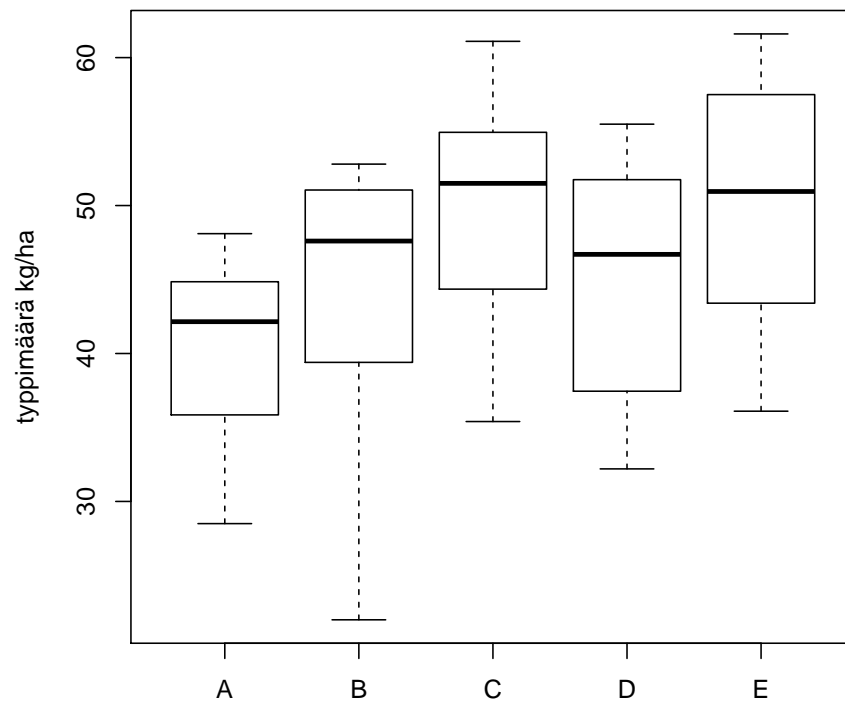
Taulukko 35: Tyypipitoisuuden keskihajonta lannoitteittain ja aluskasveittain

	A	B	C	D	E	ka
1	1.91	0.76	0.75	3.72	0.64	1.56
2	1.39	0.88	0.89	1.16	0.94	1.05
3	0.51	1.00	1.54	1.55	0.66	1.05
4	0.75	1.00	1.20	0.89	0.82	0.93
ka	1.14	0.91	1.09	1.83	0.76	1.15



Kokonaistypin määrä kg/ha

Kokonaistypin määrä on laskettu typin pitoisuuden g/kg ja kokonaissadon kg/ha tulona. Myös tässä on käytetty kokonaissadon määrää 9 prosentin kosteudessa.



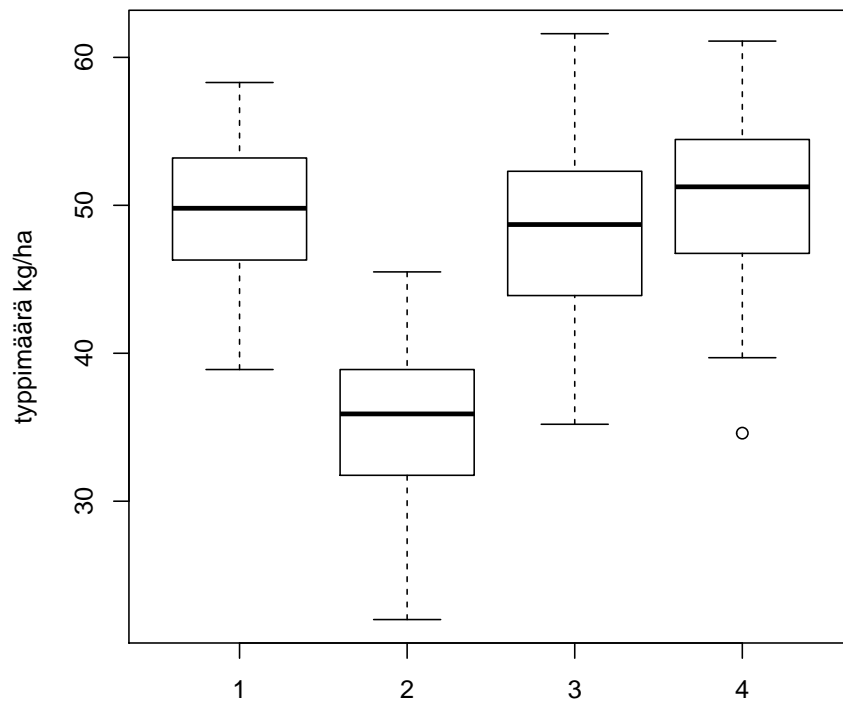
Kuva 30: Kokonaistypin määrän mediaani ja vaihteluväli lannoitteittain

Kokonaistypin määrä kg/ha oli suurin lihaluujauhovalmisteella [E] 50,0 kg/ha sekä lihaluujauholla [C] 49,5 kg/ha (Taulukko 38). Lihaluujauhon ja lihaluujauhovalmisteen mediaanit olivat suuremmat kuin muiden käsittelyiden (Kuva 30). Nämä erosivat tilastollisesti merkitsevästi lannoittamattomasta [A] ruudusta: lihaluujauhovalmiste - lannoittamaton  $p=6.61e-04$  ja lihaluujauho - lannoittamaton  $p=8.48e-04$ . Lisäksi viherlannoitetun [D] sekä lannoittamattoman ruudun välinen ero oli tilastollisesti merkitsevä ( $p=.0105$ ) (Taulukko 36). Tukeyn testi vahvisti tilastollisesti merkitsevät erot paitsi viherlannoitteen ja lannoittamattoman ruudun välillä.

Taulukko 36: Kokonaistypin määrän keskiarvotestin p-arvot lannoitteittain

	A	B	C	D	E
A	-	-	-	-	-
B	0.2446	-	-	-	-
C	8.48e-04	0.0853	-	-	-
D	0.0105	0.3244	0.3654	-	-
E	6.61e-04	0.0649	0.8472	0.2835	-

Lihaluujauhovalmisteen keskihajonta oli suurin ja ”laatikko” oli suurempi lihaluujauhovalmisteen kanssa vaikka näiden vaihteluvälit olivat likimain samat (Taulukko 39, Kuva 30).



Kuva 31: Kokonaistypin määrän mediaani ja vaihteluväli aluskasveittain

Kokonaistyyppimäärää kg/ha tarkasteltaessa aluskasvin suhteen suurin tulos 49,6 kg/ha saatiin persianapilaruuduilta [4], mutta yhtä suuri tulos saatiin myös ruuduilta, joilla ei ollut aluskasvia lainkaan [1]. Pienimmät kokonaistyyppimäärät mitattiin italiaraiheinäruuduilta [2] 35,6 kg/ha (Taulukko 38). Mediaaneissa italianraiheinä jäi selvästi pienimmäksi (Kuva 31). Yhdistelmä persianapila [4]- lihaluujauho [C] antoi suurimman yhdistelmätuloksen 55,1 kg/ha (Taulukko 38). Jälleen italianraiheinän ja muiden käsittelyiden väliset erot olivat tilastollisesti merkitseviä: ei aluskasvia  $p=4.96e-09$ , valkoapila  $4.11e-07$ , persianapila  $p=3.28e-08$  (Taulukko 37). Tukeyn testi vahvisti havainnot.

Taulukko 37: Kokonaistyyppimäärän keskiarvotestin p-arvot aluskasveittain

	1	2	3	4
1	-	-	-	-
2	4.96e-09	-	-	-
3	0.4463	4.11e-07	-	-
4	0.9939	3.28e-08	0.4766	-

Taulukko 38: Kokonaistyyppimäärän keskiarvot lannoitteittain ja aluskasveittain

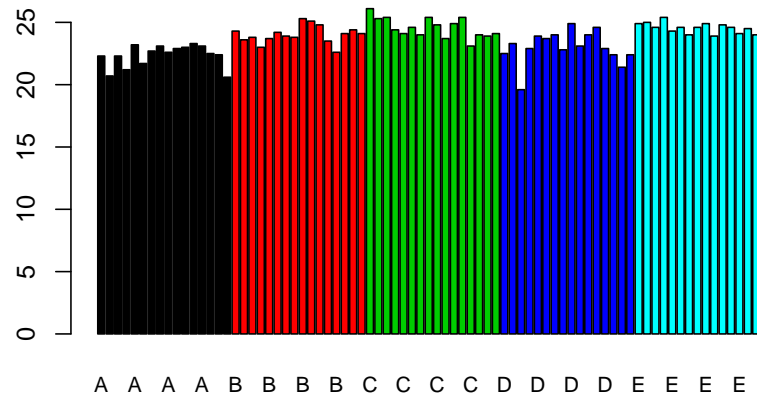
	A	B	C	D	E	ka
1	43.3	50.9	53.8	46.1	54.1	49.6
2	34.3	28.4	38.4	35.2	41.5	35.6
3	41.5	47.4	50.9	47.0	53.9	48.1
4	42.8	49.1	55.1	50.5	50.7	49.6
ka	40.5	44.0	49.5	44.7	50.0	45.7

Taulukko 39: Kokonaistyyppimäärän keskihajonta lannoitteittain ja aluskasveittain

	A	B	C	D	E	ka
1	3.80	2.34	4.28	4.52	4.54	3.90
2	6.47	5.82	3.03	2.69	4.60	4.52
3	3.96	3.14	3.65	8.03	8.62	5.48
4	6.08	2.53	4.17	7.30	8.03	5.62
ka	5.08	3.46	3.78	5.63	6.45	4.88

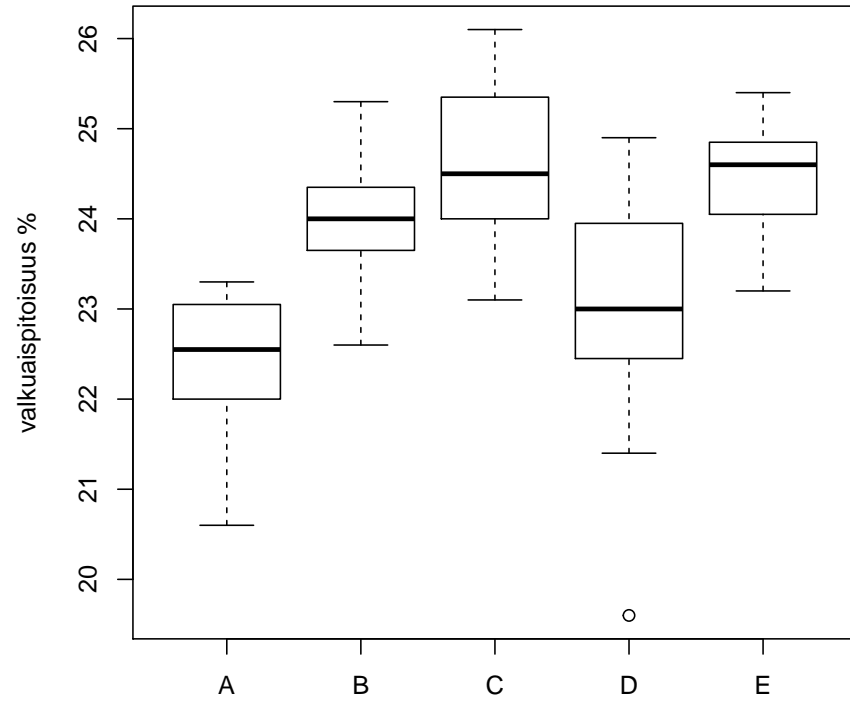
Valkuaispitoisuus prosentteina

Valkuaispitoisuusprosentin olen laskenut typpipitoisuuden perusteella käyttäen muunnokerrointa 6,25, kuten oli tehty saamassani aineistossa vuodelta 2006. Ruuduittaiset arvot lannoitteittain jaoteltuna on esitetty kuvassa 32.



Kuva 32: Valkuaispitoisuus ruuduttain lannoitteen mukaan lajiteltuna

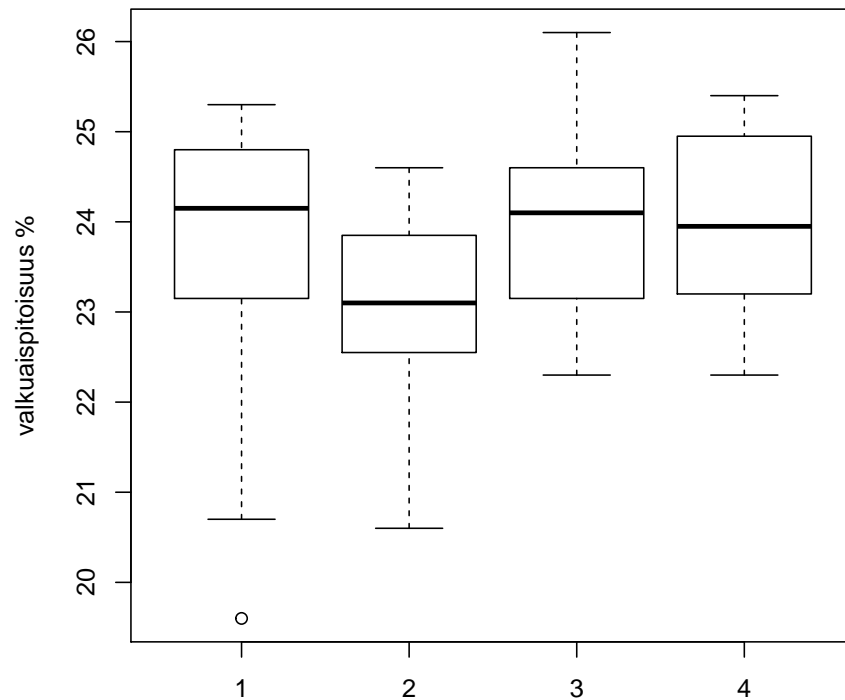
Sadon valkuaispitoisuus prosentteina oli keskiarvoltaan suurin lihaluujauholla [C] 24,8% sekä lihaluujauhovalmisteella [E] 24,5%. Pienin pitoisuus saatiin lannoittamattomalta [A] ruudulta 22,5% (Taulukko 42). Mediaaneiltaan molemmat lihaluujauhokäsittelyt poikkesivat selvästi muista käsittelyistä (Kuva 33). Kaikki erot lihaluujauhon sekä lihaluujauhovalmisteen ja muiden käsittelyiden välillä olivat myös tilastollisesti merkitseviä: lihaluhauho - lannoittamaton  $p=2.08e-08$ , lihaluujauho - liete  $p=.0431$ , lihaluujauho - viherlannoite  $p=3.80e-04$ , lihaluujauhovalmiste - lannoittamaton  $p=1.16e-08$ , lihaluujauhovalmiste - viherlannoite  $p=5.08e-04$ . Lihaluujauhon ja lihaluujauhovalmisteen välinen ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä. (Taulukko 40) Tukeyn testi vahvisti tilastollisesti merkitsevät erot paitsi lietteen ja lihaluujauhon välillä [B]-[C]. Lihaluujauhon keskihajonta ja vaihteluväli olivat suurempia kuin lihaluujauhovalmisteen (Kuva 33 ja Taulukko 43).



Kuva 33: Valkuaispitoisuuden mediaani ja vaihteluväli lannoitteittain

Taulukko 40: Valkuaispitoisuuden keskiarvotestin p-arvot lannoitteittain

	A	B	C	D	E
A	-	-	-	-	-
B	1.78e-06	-	-	-	-
C	2.08e-08	0.0431	-	-	-
D	0.0927	0.0127	3.80e-04	-	-
E	1.16e-08	0.0505	0.6432	5.08e-04	-



Kuva 34: Valkuaispitoisuuden mediaani ja vaihteluväli aluskasveittain

Aluskasvin mukaan tarkasteltuna keskiarvoltaan suurin valkuaispitoisuus 24,2% saatiin valkoapilaruuduilta [3]. Pienin tulos 23% saatiin italianraiheinäruuduilta [2] (Taulukko 42). Mediaaneissa vain italianraiheinä vaikutti poikkeavan muista (Kuva 34). Suurin yhdistelmätulos 25% saatiin useasta eri yhdistelmästä lihaluujahojajavalmisteruuduissa (Taulukko 42). Tilastollisesti merkitseviä eroja löytyi italianraiheinän ja apiloiden välillä: persianapila  $p=.0054$  ja valkoapila  $p=.0049$  (Taulukko 41). Tukeyn testi vahvisti havainnot. Lisäksi Tukeyn testi löysi tilastollisesti merkitsevän eron italianraiheinän ja aluskasvittoman ruudun väliltä.

Taulukko 41: Valkuaispitoisuuden keskiarvotestin p-arvot aluskasveittain

	1	2	3	4
1	-	-	-	-
2	0.0793	-	-	-
3	0.485	0.0049	-	-
4	0.5531	0.0054	0.8776	-

Taulukko 42: Valkuaispitoisuuden keskiarvot lannoitteittain ja aluskasveittain

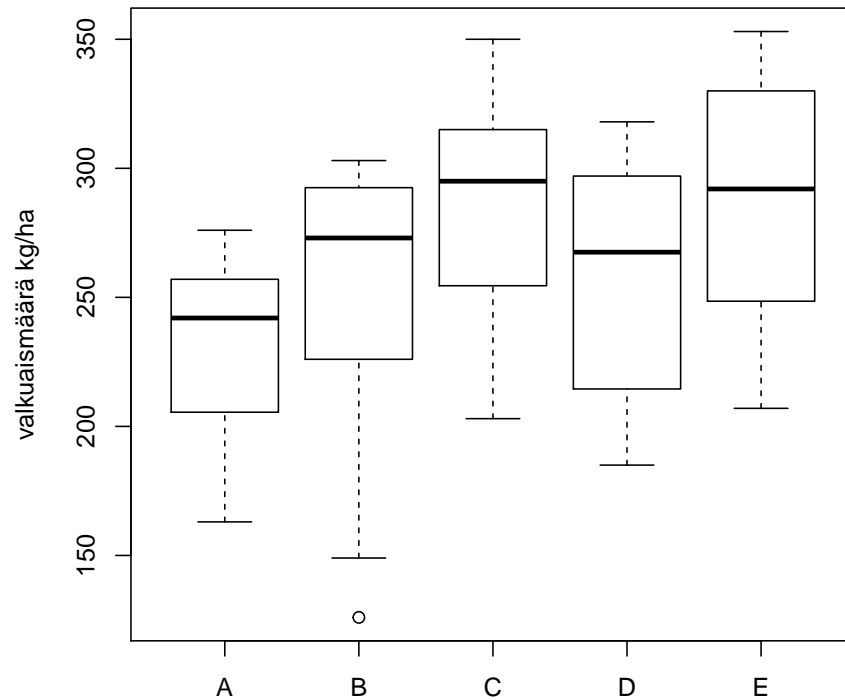
	A	B	C	D	E	ka
1	22.0	24.0	25.0	23	25.0	23.8
2	22.0	23.0	24.0	22	24.0	23.0
3	23.0	24.0	25.0	24	25.0	24.2
4	23.0	24.0	25.0	23	24.0	23.8
ka	22.5	23.8	24.8	23	24.5	23.7

Taulukko 43: Valkuaispitoisuuden keskihajonta lannoitteittain ja aluskasveittain

	A	B	C	D	E	ka
1	1.19	0.50	0.50	2.31	0.40	0.98
2	0.85	0.53	0.55	0.74	0.61	0.66
3	0.32	0.62	0.97	0.95	0.42	0.66
4	0.48	0.64	0.75	0.56	0.52	0.59
ka	0.71	0.57	0.69	1.14	0.49	0.72

Valkuaismäärä kg/ha

Sadon kokonaisvalkuaismäärä kg/ha oli laskettu valmiiksi aineistossa, jonka sain analysoidavaksi. Vuoden 2007 aineistosta en pystynyt selvittämään käytettyä laskukavaa suhteessa typpipitoisuuteen, mutta valkuaisprosentin ja kokonaissatomäärän tulo korjattuna tekijällä (100-kosteusprosentti) antoi likimain samat ruututulokset, mitkä aineistossa oli esitetty. Laskin kuitenkin valkuaismäärän myös vuoden 2006 tavalla ja tein samat t-testit todeten, että havaitut tilastollisesti merkitsevät erot pysyivät samoina. Olen käyttänyt tässä valmiina saamiani lukuja.



Kuva 35: Kokonaisvalkuaismäärän mediaani ja vaihteluväli lannoitteittain

Keskiarvoltaan suurin kokonaisvalkuaismäärä kg/ha saatiin lihaluujauhovalmisteen [E] 287 kg/ha ja lihaluujauholla [C] lähes yhtäsuuri 284 kg/ha (Taulukko 46). Myös mediaanit olivat suuremmat kuin muilla käsittelyillä (Kuva 35). Nämä kaksi lihaluujauhokäsittelyä erosivat tilastollisesti merkitsevästi käsittelemättömän [A]

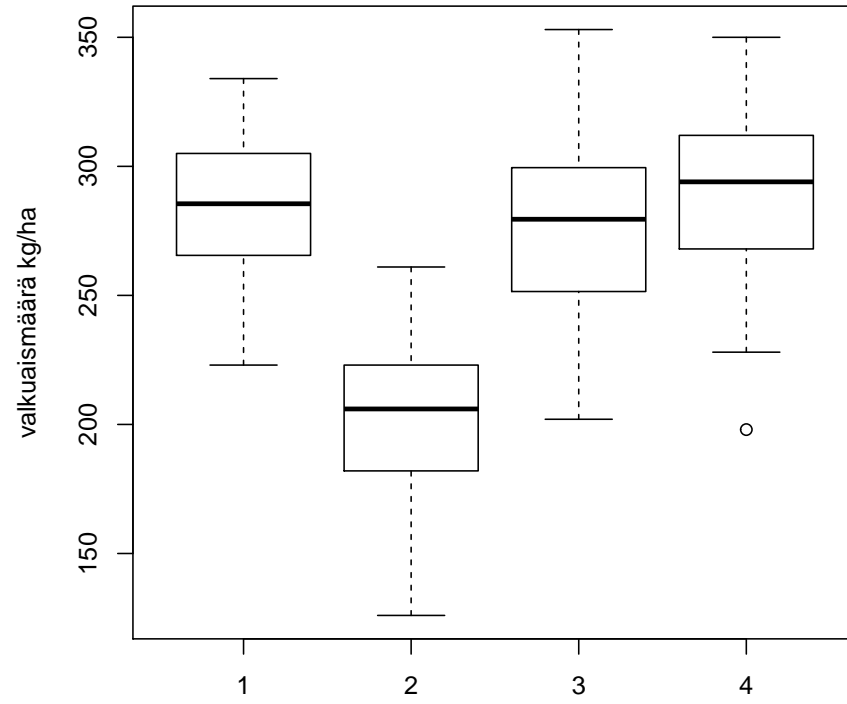


ruudun sadosta 232 kg/ha:  $p=6.68e-04$  ja  $p=8.34e-04$ . Lihaluujauhon ja lihaluujauhovalmisteen väliltä ei löytynyt tilastollisesti merkitsevää eroa. (Taulukko 44) Tukeyn testi löysi lisäksi tilastollisesti merkitsevän eron lihaluujauhovalmisteen ja lietteen sekä viherlannoitteen väliltä [E]-[B] ja [E]-[D]. Lihaluujauhovalmisteen keskihajonta oli suurin, vaikka vaihteluväli ei juuri poikennut lihaluujauhosta (Kuva 35, Taulukko 46).

Taulukko 44: Kokonaisvalkuais määrän keskiarvotestin p-arvot lannoitteittain

	A	B	C	D	E
A	-	-	-	-	-
B	0.2448	-	-	-	-
C	8.34e-04	0.0855	-	-	-
D	0.1008	0.8103	0.0912	-	-
E	6.68e-04	0.0658	0.8511	0.0687	-

Kokonaisvalkuais määrä kg/ha aluskasvin mukaan tarkasteltaessa oli keskiarvoltaan lähes yhtä suuri sekä persianapilaruuduilla [4] 284,7 kg/ha että niillä ruuduilla, joilla ei ollut aluskasvia lainkaan [1] 284,6 kg/ha. Pienin tulos 203,8 kg/ha saatiin jälleen italialanraiheinällä [2]. (Taulukko 46) Myös mediaaneissa italianraiheinä jäi selvästi muita pienemmäksi (Kuva 36). Persianapila [4] - lihaluujauho [C]-yhdistelmällä saatiin suurin yhdistelmätulos 316,3 kg/ha (Taulukko 46). Italianraiheinän ja kaikkien muiden käsittelyiden väliset erot olivat tässäkin tilastollisesti merkitseviä: ei aluskasvia  $p=5.0e-09$ , valkoapila  $p=4.01e-07$ ; persianapila  $p=3.24e-08$  (Taulukko 45). Tukeyn testi vahvisti havainnot.



Kuva 36: Kokonaisvalkuais määrän mediaani ja vaihteluväli aluskasveittain

Taulukko 45: Kokonaisvalkuais määrän keskiarvotestin p-arvot aluskasveittain

	1	2	3	4
1	-	-	-	-
2	5.00e-09	-	-	-
3	0.4467	4.01e-07	-	-
4	0.9965	3.24e-08	0.4784	-

Taulukko 46: Kokonaisvalkuais määrän keskiarvot lannoitteittain ja aluskasveittain

	A	B	C	D	E	ka
1	248.5	292.0	308.0	264.2	310.5	284.6
2	196.5	162.5	220.2	202.0	237.8	203.8
3	238.0	271.8	291.5	269.5	309.0	276.0
4	245.2	281.5	316.2	289.8	290.8	284.7
ka	232.1	251.9	284.0	256.4	287.0	262.3

Taulukko 47: Kokonaisvalkuais määrän keskihajonta lannoitteittain ja aluskasveittain

	A	B	C	D	E	ka
1	21.86	13.49	24.49	25.97	26.03	22.37
2	37.36	33.55	17.46	15.17	26.20	25.95
3	22.49	18.03	20.89	46.02	49.45	31.38
4	34.85	14.66	23.56	41.62	45.83	32.10
ka	29.14	19.93	21.60	32.20	36.88	27.95

## 6 Tulosten tarkastelu

Vuoden 2006 kokeessa kokonaissadon keskiarvo 1619 kg/ha oli huomattavasti suurempi kuin vuoden 2007 sadon keskiarvo 1204 kg/ha. Suurin kokonaissato saatiin lihaluujauhovalmisteella, joskin erot muihin ruutuihin eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Huomattavaa on, että myös keskihajonta oli suurin lihaluujauhovalmisteella. Vuoden 2007 kokeessa lannoitekäsittelyitä oli yksi enemmän (viherralnoite) kuin edellisen vuoden kokeessa, mutta aluskasvit olivat samat kuin vuoden 2006 kokeessa. Lannoituksen perusteella tarkasteltaessa suurin kokonaissato vuoden 2007 kokeessa saatiin lihaluujauhovalmisteella, aivan kuten edellisen vuoden kokeessa. Mutta toisin kuin vuoden 2006 kokeessa, tässä kokeessa erot sekä lihaluujauhoruudun ja lannoittamattoman että lihaluujauhovalmisteen ja lannoittamattoman välillä olivat tilastollisesti merkitseviä. On myös huomattava, että vuoden 2006 kokeessa keskiarvoltaan pienin kokonaissato oli 1564 kg/ha, ja jopa vuoden 2007 suurin sato 1277kg/ha jäi selvästi sen alle. Vuoden 2007 kokeessa ruutujen väliset erot olivat myös huomattavasti suurempia kuin edellisvuoden kokeessa.

Kahden koevuoden välisistä eroista huolimatta tämän tutkimuksen tulokset lihaluujauhon vaikutuksesta sadon määrään ovat parempia kuin muiden tutkimusten tulokset. Nogalska ym. (2014) tutkimuksessa havaittiin, että tutkimuksessa mukana olleiden viljelykasvien (mm. rypsi) satotasot olivat saman suuruisia lihaluujauholla ja tavanomaisella lannoitteella. Kivelä ym. (2015) tarkastelivat lihaluujauhon käyttöä sokerijuurikkaan ja porkkanan lannoitteena, ja tutkimuksessa tarkasteltiin niin satoa kuin sen laatua. Myös tässä molemmista viljelykasveista saatiin jonkin verran pienempi sato lihaluujauholla lannoitettuna kuin verrokkina käytetyllä NPK-mineraalilannoitteella.

Jyvien öljypitoisuudesta saadut tulokset olivat samankaltaisia vuoden 2007 kokeessa kuin edellisen vuoden kokeessa. Lihaluujauholla sekä lihaluujauhovalmisteella saatiin pienimmät pitoisuudet, kun taas lannoittamattomasta ruudusta mitattiin korkein pitoisuus. Luvut olivat kuitenkin pienempiä vuoden 2007 kuin vuo-

den 2006 kokeessa. Vuoden 2007 kokeessa mitattu suurin öljypitoisuus 38,3 % jäi pienemmäksi kuin vuoden 2006 pienin tulos 40,2 %. Huomattavaa on, että sekä lihaluujauho että lihaluujauhovalmiste erosivat tilastollisesti merkitsevästi myös viherlannoituksesta, vaikka kahden erilaisen lihaluujauhokäsittelyn keskinäinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevää. Kuitenkin tarkasteltaessa öljypitoisuutta kg/ha mitään tilastollisesti merkitseviä eroja ei eri käsittelyiden väliltä löytynyt. Vuoden 2006 kokeessa ainoa tilastollisesti merkitsevä ero löytyi lietteen ja lihaluujauhon väliltä, mikä on mielenkiintoista. Luvut olivat jälleen kokonaisuudessaan pienempiä vuonna 2007 kuin edellisen vuoden kokeessa, mutta toisaalta vuonna 2007 ruutujen väliset erot olivat myös pienempiä.

Jyvien typpipitoisuus g/kg oli keskiarvoltaan suurin lihaluujauholla sekä lihaluujauhovalmisteella, ja muihin käsittelyihin verrattuna molemmat poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi. Lihaluujauhovalmisteella keskihajonta ja myös vaihteluväli olivat vuoden 2007 kokeessa kaikkein pienimmät, mikä on mielenkiintoista, sillä vuoden 2006 kokeessa valmisteen keskihajonta oli pelkkää lihaluujauhoa suurempi. Myöskään kokonaistypen suhteen kaksi erilaista lihaluujauhokäsittelyä eivät eronneet toisistaan 2007 tilastollisesti merkitsevästi, vaikka erot lannoittamattomaan ruutuun olivatkin merkitseviä. Lihaluujauholla sekä erityisesti lihaluujauhovalmisteella saatiin suurimmat kokonaistyyppipitoisuudet. Luvut olivat kuitenkin selvästi pienempiä vuoden 2007 kuin vuoden 2006 kokeessa: vuoden 2007 kokeen suurin tulos 50,2 kg/ha on vain hieman suurempi kuin vuoden 2006 kokeen pienin tulos 48,9 kg/ha. Ruutujen väliset erot olivat suurempia vuoden 2007 kuin vuoden 2006 kokeessa.

Lihaluujauhovalmisteella sekä lihaluujauholla saatiin keskiarvoiltaan suurimmat valkuaispitoisuudet. Tämä oli odotettavissa, sillä valkuaisen varastoituminen siemeniin tapahtuukin todennäköisesti rasvanmuodostuksen edellä (luentomateriaalit KTB213 21.1.2008). Valkuainen on myös suoraan verrannollinen typen määrään. Huomattavaa on, että vuoden 2007 kokeessa luvut olivat tässä kohtaa suurempia kuin vuoden 2006 kokeessa, vaikka muilta osin vuoden 2007 tulokset olivat edellisvuotta pienemmät. Kokonaisvalkuaismäärän kg/ha suhteen lihaluujauhovalmisteella ja lihaluujauholla saatiin suurimmat tulokset, joskin erot eivät ol-

leet niin suuria kuin edellisen vuoden kokeessa. Näiden kahden väliltä ei myöskään löydetty tilastollisesti merkitsevää eroa, toisin kuin vuoden 2006 kokeessa. Kokonaisvalkuaisen suhteen luvut olivat jälleen vuoden 2007 kokeessa pienempiä kuin edellisen vuoden kokeessa, ja jopa suurin tulos 287kg/ha jäi vuoden 2006 kokeen pienintä tulosta 306 kg/ha pienemmäksi. Lihaluujauhovalmisteen keskihajonta oli suurempi kuin lihaluujauholla, kuten myös vuoden 2006 kokeessa.

Kokonaissatoa tarkasteltaessa aluskasvin suhteen vuoden 2006 kokeessa ei löydetty tilastollisesti merkitseviä eroja. Pienin sato saatiin ruuduilta, joilla aluskasvina oli italianraiheinä. Vuoden 2007 kokeessa tehtiin sama havainto, mutta tällöin ero muihin käsittelyihin oli tilastollisesti merkitsevä. Keskiarvoltaan pienin yhdistelmätulos saatiin italianraiheinä-liete-ruuduilta. Tämä oli myös koko kokeen ainoa tilastollisesti merkitsevä yhdistelmävaikutus. Koska tutkimuksen kohteena on lihaluujauho ja -valmiste, tämä löydös ei ollut tämän tutkimuksen kannalta olennainen. Kuten edellä jo todettiin, kokonaissato oli vuonna 2007 edellisvuotta pienempi. Aluskasvin suhteen tarkasteltuna suurin sato 1307 kg/ha mitattiin ruuduilta, joilla ei ollut aluskasvia lainkaan. Luku on selvästi pienempi, kuin edellisen vuoden pienin mitattu keskimääräinen sato 1591 kg/ha.

Laadullisesti parhaat tulokset saatiin niiltä ruuduilta, joilla aluskasvin lisäksi käsiteltyä oli lihaluujauhovalmiste, öljypitoisuutta lukuunottamatta. Huomattavaa on kuitenkin, etteivät mitkään tulokset olleet tilastollisesti merkitseviä vuoden 2006 kokeessa, kun laadullisia tuloksia tarkasteltiin pelkän aluskasvin suhteen. Mielenkiintoista oli kuitenkin, että italianraiheinäruuduilta mitattiin pienimmät tulokset, vaikka italianraiheinällä on muiden viljelykasvien aluskasvina käytettynä saatu hyviä tuloksia. Vuoden 2007 tulokset olivat mielenkiintoisia verrattuna edellisvuoden kokeeseen, sillä erot olivat tilastollisesti merkitseviä. Sekä määrältään että laadultaan huonoin sato saatiin italianraiheinällä, poikkeuksena öljypitoisuus. Suurin öljypitoisuus mitattiin italianraiheinäruuduilta ja pienin ruuduilta, jolla ei ollut aluskasvia, sekä valkoapilaruuduilta. Myös persianapilalla tulos oli lähes yhtä pieni. Tämä on mielenkiintoista, sillä vuoden 2006 kokeessa mitattu öljymäärä oli lähes sama kaikilla lohkoilla; erot olivat 0,1% luokkaa, mutta vuoden 2007 kokeessa ero suurimman ja pienimmän pitoisuuden välillä oli noin 1%.

Tähän kokeeseen oli valittu valkoapila ja persianapila, koska nämä olivat lisänneet hyvin viljojen satoja. Tämä tutkimus osoitti, etteivät apilat toimi rypsin aluskasvina samalla tavalla kuin viljojen kanssa. Armanto (2015) ja Tonttti (2015) totesivat tutkimuksissaan, että valkoapilan kanssa viljeltynä rypsi tuotti yhtä paljon siemeniä kuin puhdaskasvustona viljeltynä, ja ettei rypsin satomäärällä ollut tilastollisesti merkittävää eroa sekakasvustossa puhdaskasvustoon verrattuna, kun aluskasvina oli käytetty valkoapilaa. Tämä tutkimus vahvistaa näitä tuloksia: valkoapila ei näytä heikentävän rypsin sadon määrää eikä laatua, mutta toisaalta se ei myöskään paranna niitä.

Italianraiheinä oli puolestaan valittu tähän kokeeseen siksi, että sen on todettu sitovan tehokkaasti typpeä ja vähentävän rikkakasvien määrää. Tämän tutkimuksen perusteella näyttää kuitenkin siltä, ettei italianraiheinä sovellu rypsin aluskasviksi. Koppelmäki ja Känkänen (2014) totesivat tutkimuksessaan, että italianraiheinä ehkäisee typen huuhtoutumista. Tästä voitane päätellä, että italianraiheinä kerää tehokkaasti typpeä itseensä. Tämä edelleen voisi selittää sen, miksi italianraiheinä rypsin aluskasvina heikentää rypsin satoa niin määrän kuin laadunkin suhteen.

Erittäin mielenkiintoista oli se, että vuoden 2007 kokeessa lähes kaikki tulokset olivat edellisvuotta pienempiä, niin sadon määrän kuin laadun suhteen. Tästä herää kysymys, onko esimerkiksi sää ollut hyvin erilainen näiden kahden vuoden välillä, tai onko jokin muu ulkopuolinen tekijä voinut vaikuttaa viljelykokeeseen. Kyseisten vuosien paikallisia säätietoja ei ollut saatavilla, joten niitä ei ole tässä tutkimuksessa huomioitu.

## 7 Johtopäätökset

Tämän tutkielman yhtenä tavoitteena oli selvittää, miten kolme erityyppistä luomulannoitetta soveltuvat rypsin luomuviljelyyn. Erityisesti lihaluujauhovalmisteen laatu saatiin laadullisesti paras sato sekä vuoden 2006 että vuoden 2007 kokeessa. Öljypitoisuuden suhteen lihaluujauholla ja lihaluujauhovalmisteen laatu saatiin pienimmät pitoisuudet, mutta vuoden 2006 kokeessa kuitenkin laatukriteerin ylittävä määrä (40 %). Toisaalta jos rypsisadon pääasiallinen käyttötarkoitus on valkuaisrehu, matalampi öljypitoisuus ei liene syy olla käyttämättä lihaluujauhoa tai lihaluujauhovalmistetta rypsin lannoitteena. Typen ja valkuaisen suhteen tulokset olivat merkitsevästi paremmat lihaluujauholla ja lihaluujauhovalmisteen laatu saatiin molempien vuosien kokeessa suurin kokonaissato, ja vuoden 2007 kokeessa se erosi tilastollisesti merkitsevästi muista käsittelyistä. Näiden tulosten perusteella voidaan siis sanoa, että lihaluujauho sekä lihaluujauhovalmiste ovat hyviä lannoitusvaihtoehtoja rypsin luomuviljelyyn.

Tutkielman toisena tavoitteena oli selvittää, miten erityyppiset aluskasvit sopivat rypsin luomuviljelyyn. Vuoden 2007 kokeen perusteella voidaan todeta, että italianraiheinä ei sovellu rypsin aluskasviksi, sillä se heikentää sadon laatua. Mielenkiintoista on, että aiemmissa tutkimuksissa eri viljelykasveilla on saatu hyviä tuloksia, kun italianraiheinää on käytetty aluskasvina. Öljykasvit ovat viljelykasveina vaativia, ja tämä saattaa selittää, miksei italianraiheinä sovellu rypsin aluskasviksi. Muiden aluskasvien suhteen ei löytynyt tilastollisesti merkitseviä eroja. Apiloiden ja myös muiden aluskasvien osalta tutkimusta olisi mielenkiintoista jatkaa.

Tutkielman kolmas tutkimuskysymys koski luomulannoitteiden ja aluskasvien yhteisiä vaikutuksia rypsin satoon. Lihaluujauhon ja -valmisteen sekä aluskasvien osalta ei löytynyt tilastollisesti merkitseviä yhdysvaikutuksia. Aluskasvi tulisi valita toivotun vaikutuksen perusteella.

Aluskasvien suhteen tarkasteltuna usean laatukomponentin kohdalla parhaaksi yhdistelmäksi näytti nousevan persianapila-lihaluujauho, joten erityisesti tätä olisi mielenkiintoista tutkia jatkossa tarkemmin.



## 8 Kiitokset

Haluan kiittää ohjaajaani professori Juha Heleniusta. Lisäksi haluan kiittää Jukka Kivelää aineiston välittämisestä minulle graduaineistoksi. Miska Salmista haluan kiittää R-tukihenkilönäni toimimisesta. Lopuksi haluan kiittää perhettäni ja ystäviäni, jotka ovat uskoneet minuun ja kannustaneet minua kaikki nämä vuodet. Suurimmat kiitokset haluan osoittaa tyttärelleni Stellalle, joka motivoi minua tämän työn tekemisessä.

Kiitos maatalous-metsätieteellinen tiedekunta 2006-2019.

## 9 Kirjallisuus

Antikainen, R., Haapanen, R., Lemola, R., Nousiainen, J. I. & Rekolainen, S. 2008. Nitrogen and phosphorus flows in the Finnish agricultural and forest sectors 1910-2000. *Water, air and soil pollution*, vol. 194: 163-177

Armanto, R. 2015. Sekaviljelyn vaikutus rypsin (*Brassica rapa* ssp. 'Oleifera' L.) kasvinsyöjiin sekä niiden luontaisiin vihollisiin. Pro gradu- tutkielma. Turun yliopisto. Biologian laitos.

Chen, L. 2008. Meat bone meal as nitrogen and phosphorus fertilizer. Maisterintutkielma. Helsingin yliopisto. Soveltavan biologian laitos.

Chen, L., Kivelä, J., Helenius, J. & Kangas, A. 2011. Meat Bone Meal as fertiliser for barley and oat. *Agricultural and Food Science* 20 (3): 235-244.

Elosato Oy 2015. Tuotetietoja Viljo-lannoitteista.

Eviran ohje 18219/5. 2015. Luonnonmukainen tuotanto 1. Yleiset ja kasvintuotannon ehdot. 5. painos.

Forge, T., Neilsen, G., Neilsen, D., Hogue, E. & Faubion, D. 2013. Composted dairy manure and alfalfa hay mulch affect soil ecology and early production of 'Braeburn' apple on M.9 rootstock. *HortScience* 48(5): 645-651.

Hartikainen P. 2009. ProAgria. Rypsin viljely. Luettavissa:

[https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/rypsiainesto\\_kooste\\_1\\_11\\_ph.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/rypsiainesto_kooste_1_11_ph.pdf)

Heino, J. 1989. Jyvä, joka iti – Raision yhtymän tarina 1939–1989. Otava. 384 s.

Jeng, A., Haradlsen T. K., Vagstad, N. & Gronlund, A. 2004. Meat and bone meal as nitrogen fertilizers to cereals in Norway. *Agricultural and food science*, vol 13 (3): 268-275.

Kahiluoto, H., Kuisma, M., Ketoja, E., Salo, T. & Heikkinen, J. 2015. Phosphorus in manure and sewage sludge more recyclable than in soluble inorganic fertilizer. *Environmental Science & Technology* 49(4): 2115-2122.

Kivelä, J. 2007. Lihaluujauho kauran lannoitteena. Teurastamoteollisuuden sivutuotteesta lannoitteeksi. Maisterintutkielma. Helsingin yliopisto. Soveltavan biologian laitos.

Kivelä, J., Chen, L., Muurinen, S., Kivijärvi, P., Hintikainen, V. & Helenius, J. 2015. Effects of meat bone meal as fertilizer on yield and quality of sugar beet and carrot. *Agricultural and Food Science* vol 24 (2): 68-83.

Koppelmäki, Kari. 2014.

Luettavissa:

[http://www.puhdasvesijarvi.fi/easydata/customers/puhdasvesijarvi/files/ajankohtaista/kasvua\\_hameessa\\_11\\_03\\_14.pdf](http://www.puhdasvesijarvi.fi/easydata/customers/puhdasvesijarvi/files/ajankohtaista/kasvua_hameessa_11_03_14.pdf)

Koppelmäki, K. & Känkänen, H. 2014. Kokemuksia viljelijöiden pelloilta. Ravinnehuhtoutumien hallinta (RaHa). Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Luettavissa:

[https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/103486/Havaintokokeen%20tuloksia\\_FI.pdf?sequence=2](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/103486/Havaintokokeen%20tuloksia_FI.pdf?sequence=2)

Känkänen, H. 2010. Undersowing in a northern climate: effects on spring cereal yield and risk of nitrate leaching. Väitöskirja. MTT Tiede 8: 93s.

Luke 2019. Satotilasto vuodelta 2018. Luettavissa:

<https://stat.luke.fi/tilasto/4>

Luomu 2019. Viljelyala on kasvanut. Luomu.fi-sivuston uutinen. Tulostettu 1.6.2019. Luettavissa:

<https://luomu.fi/kasvit/luomuviljelyn-kehitys/>

Luostarinen, S., Logren, J., Grönroos, J., Lehtonen, H., Paavola, T., Rankinen, K., Rintala, J., Salo, T., Ylivainio, K. & Järvenpää, M. (toim.) 2011. Lannan kestävä hyödyntäminen. Hyötylanta-tutkimusohjelman loppuraportti. MTT raportti 21. 173s.

MMM 2002. Eläinjättestrategia vuoteen 2007. Työryhmämuistio 2002: 17. Helsinki 2002. 47s

Mäkinen, J. 2013. Lihaluujauhon soveltuvuus vehnän lannoitteeksi ja biohiilen vaikutus lannoitusvaikutukseen. Maisterintutkielma. Helsingin yliopisto. Maataloustieteiden laitos.

Niemi, J. 2016. Luonnonvarakeskus. Proteiiniomavaraisuus - miten määritellään ja missä mennään? Scenoprot-hankkeen proteiiniaamu 24.8.2016.

Nogalska, A. 2013. Changes in the soil nitrogen content caused by direct and residual effect of meat and bone meal. Journal of Elementology 18 (4): 659-671.

Nogalska, A., Chen, L., Sienkiewicz, S. & Nogalski, Z. 2014. Meat and bone meal as nitrogen and phosphorus supplier to cereals and oilseed rape. Agricultural and food science vol 23 (1): 19-27.

Oksanen, J. 2003. R: opas ekologeille. Versio 1.0. Oulun yliopisto.

Pahkala, K. & Känkänen, H. 2006. Näin rypsi itää ja kasvaa hyvin. Koetoiminta ja käytäntö 63 (2) : 14. (Liite 12.6. 2006)

ProAgria 2014 Viherlannoitusopas. Luettavissa:

[http://proagria.fi/sites/default/files/attachment/viherlannoitusopas\\_2104\\_kevyt\\_suojattu\\_1.pdf](http://proagria.fi/sites/default/files/attachment/viherlannoitusopas_2104_kevyt_suojattu_1.pdf)

Pro-luomu. Uutinen 3.5.2013. Tulostettu 1.6.2019. Luettavissa:

<http://proluomu.fi/luomurypsi-menestyy-ilman-neonikotinoideja/>

Rajala, Jukka. 2004. Luonnonmukainen maatalous. MTK julkaisuja 80.

Stepien, A. & Wojtkowiak, K., 2015. Effect of meat and bone meal on the content of microelements in soil, wheat grains and oilseed rape seeds. *Journal of Elementology* 20 (4): 999-1110.

Simonen, S. 1948. Maatalouden historia: kuvaus maatalouden teknillisestä kehityksestä ja talonpoikaisväestön elämästä kautta aikojen. WSOY, Porvoo. 586 s.

Syvänen, M. 2011. Lihaluujauhon soveltuvuus sokerijuurikkaan lannoitteeksi. Maisterintutkielma. Helsingin yliopisto. Maataloustieteiden laitos.

Tontti, E. 2015. Lämpötilan ja sekaviljelyn vaikutukset kevättrypsin kasvuun ja saatoon. Opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu.

TTS ry 2005. Lihaluujauho lannoitteena – käyttäjän kokemukset. Työtehoseuran raportteja ja oppaita 17.

Tuori, M. 1992. Rapeseed meal as a supplementary protein for dairy-cows on grass silage based diet, with emphasis on the Nordic AAT-PBV feed protein evaluation system. *Agricultural and food science* 1 (4): 375-429.

Valtioneuvosta 2019. Antti Rinteen hallituksen 6.6.2019 OSALLISTAVA JA OSAAVA SUOMI – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Valtioneuvoston julkaisuja 2019: 23.

VYR 2012. Rypsin ja rapsin viljelyopas. Luettavissa:

[http://www.vyr.fi/multimagazine/web/rypsin\\_rapsin\\_opas/fi/8\\_luomu\\_viljely\\_kevatrypsi.php](http://www.vyr.fi/multimagazine/web/rypsin_rapsin_opas/fi/8_luomu_viljely_kevatrypsi.php)

Ylivainio, K. & Turtola, E. 2009. Meat bone meal and fur animal manure as P sources in plant production. Teoksessa: Turtola, E. Ja Ylivainio, K. (toim.). Suomen kotieläintalouden fosforikierto – säätöpotentiaali maataloilla ja aluetasolla. MTT, Jokioinen, Finland. s. 66-160.

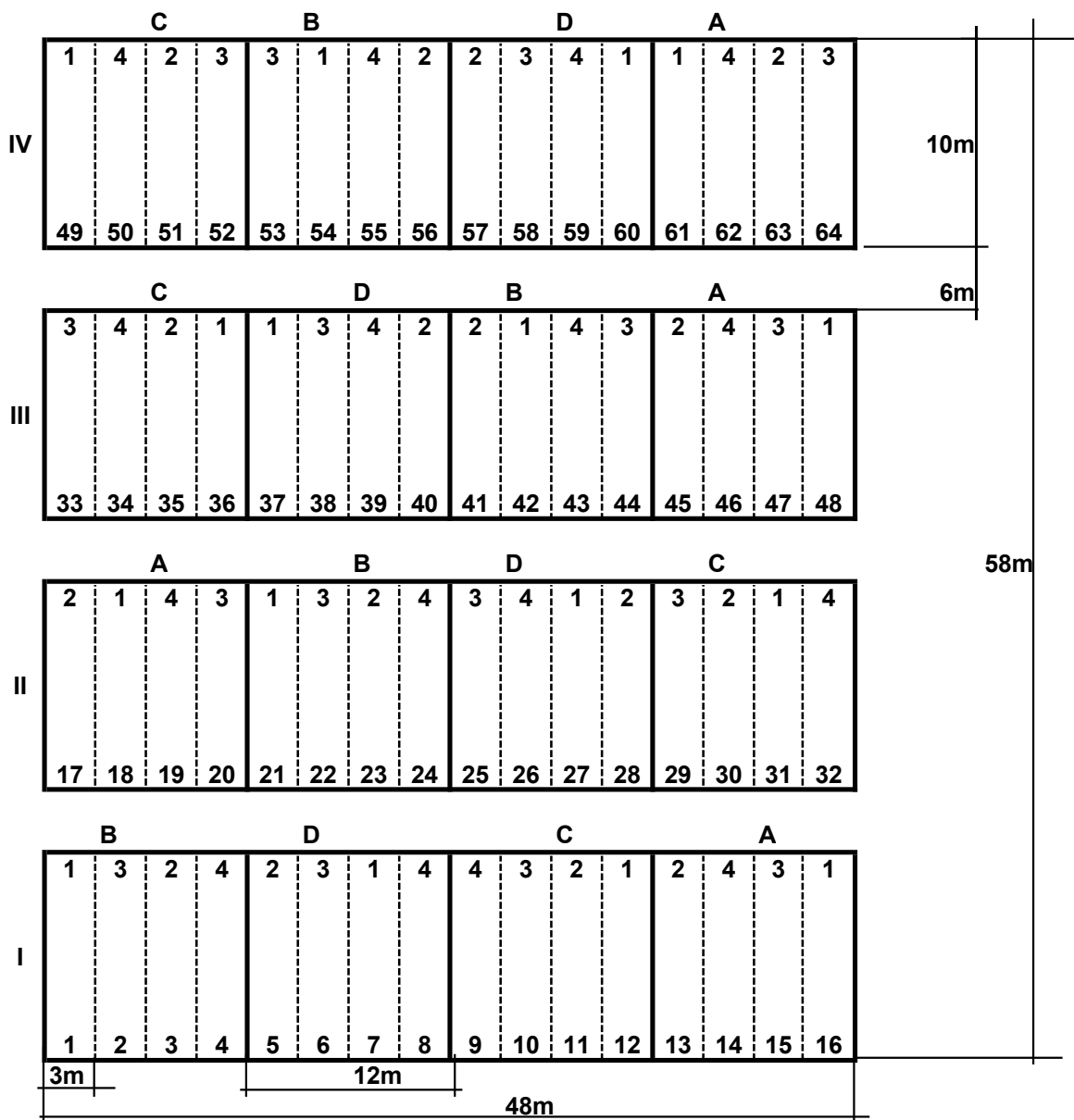
Ylivainio, K., Uusitalo, R. & Turtola, E. 2008. Meat bone meal and fox manure as P sources for ryegrass (*Lolium multiflorum*) grown on a limed soil. Nutrient cycling in Agroecosystems 81 (3): 267-278.

Ympäristö 2015. Luomutuotanto kääntyi kasvuun. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Tulostettu 1.6.2019. Luettavissa:

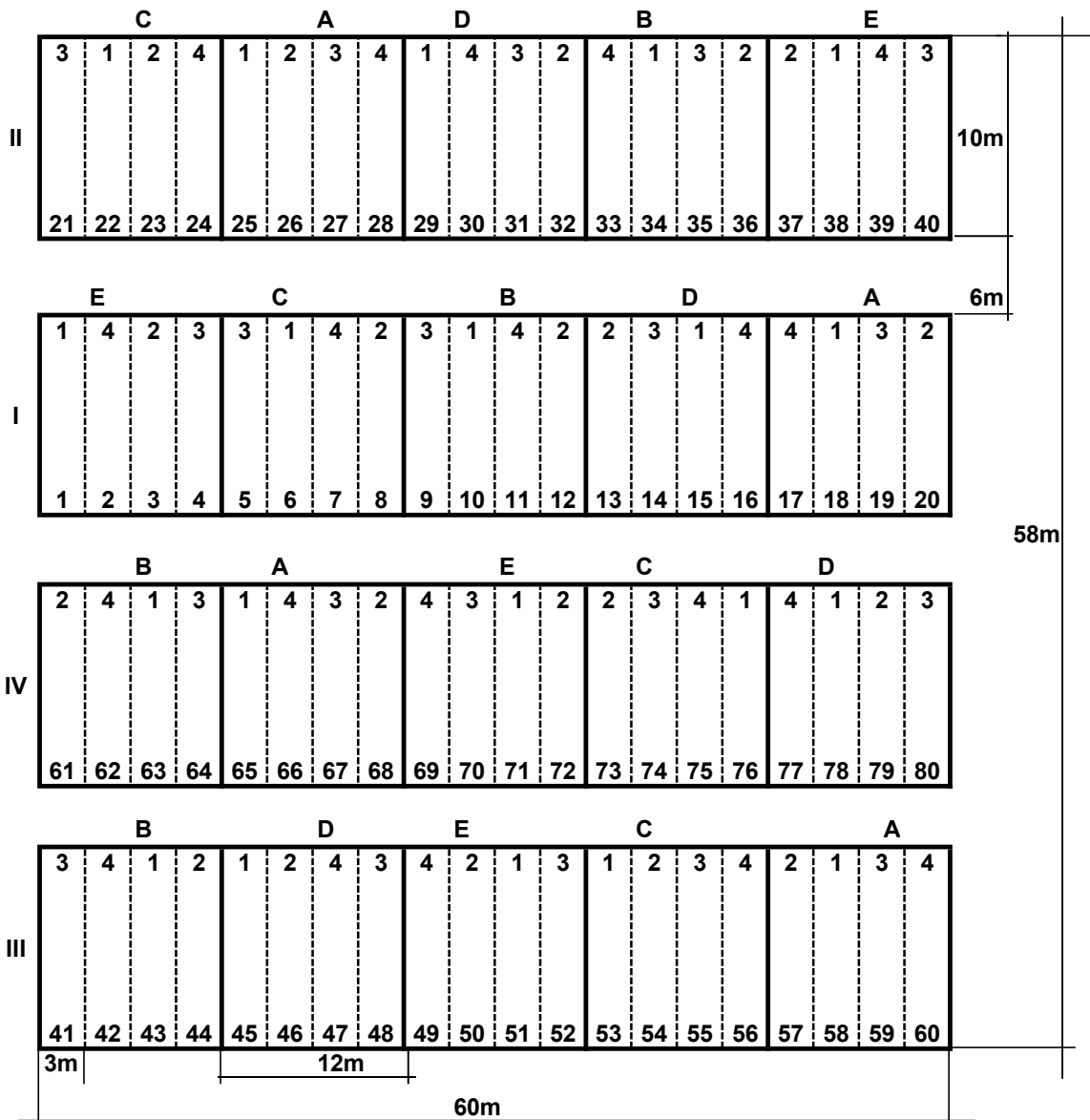
[https://www.ymparisto.fi/fi-](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Vihrea_talous/Luomutuotanto_kaantyi_kasvuun(28657))

[FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Ympariston\\_tilan\\_indikaattorit/Vihrea\\_talous/Luomutuotanto\\_kaantyi\\_kasvuun\(28657\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ympariston_tilan_indikaattorit/Vihrea_talous/Luomutuotanto_kaantyi_kasvuun(28657))

LIITE 1: kenttäkartta 2006

**BIODIISELIÄ JA VALKUAISSREHUA LUOMURYPSTÄ 2006 - 2007****MTT/MIKKELI****KENTTÄKARTTA KARILA****KEVÄTRYPSIKOE 1****129/2006****KOEJÄSENET:****PÄÄRUUTU: LANNOITUS.****A LANNOITTAMATON****B NAUDANLIETELANTA 40 t/ha****C LIHALUUJAUHO****D LIHALUUJAUHOVALMISTE****OSARUUDUT: ALUSKASVIT****1 EI ALUSKASVIA****2 ITALIANRAIHEINÄ 10/ha****3 VALKOAPILA HUIA 4 kg/ha****4 PERSIANAPILA 6kg/ha**

LIITE 2: kenttäkartta 2007

**KEVÄTRYPSIN LANNOITUSKOKEET 2006 - 2007****MTT/MIKKELI****KENTTÄKARTTA KARILA XVII 4****KEVÄTRYPSIKOE 2 130/2007****KOEJÄSENET 2007:****PÄÄRUUDUT: Lannoitus**

- A LANNOITTAMATON
- B NAUDANLIETELANTA
- C LIHALUUJAUHO
- D VIHHERLANNOITUS
- E LIHALUUJAUHOVALMISTE

**OSARUUDUT: Aluskasvit**

- 1 EI ALUSKASVIA
- 2 ITALIANRAIHEINÄ Meroa 10 kg/ha
- 3 VALKOAPILA Huia 4 kg/ha
- 4 PERSIANAPILA Corby 6 kg/ha

